VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV
INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

VYTÁPĚNÍ POMOCÍ TEPELNÉHO ČERPADLA
HEATING WITH A HEAT PUMP

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE Petr Mikoláš
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE doc. Ing. PETR HORÁK, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2017

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Petr Mikoláš
Název	Vytápění pomocí tepelného čerpadla
Vedoucí práce	doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2016
Datum odevzdání	26. 5. 2017

V Brně dne 30. 11. 2016

doc. Ing. Jiří Hirš, CSc.	prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Vedoucí ústavu	Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

1. Stavební dokumentace zadané budovy
2. Aktuální legislativa ČR
3. České i zahraniční technické normy
4. Odborná literatura
5. Zdroje na internetu

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

- práce bude zpracována v souladu s platnými předpisy (zákony, vyhláškami, normami) pro navrhování zařízení techniky staveb
- obsah a uspořádání práce dle směrnice FAST:

a)titulní list,
b)zadání VŠKP,
c)abstrakt v českém a anglickém jazyce, klíčová slova v českém a anglickém jazyce,
d)bibliografická citace VŠKP dle ČSN ISO 690,
e)prohlášení autora o původnosti práce, podpis autora,
f)poděkování (nepovinné),
g)obsah,
h)úvod,
i)vlastní text práce:
A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah cca 15 stran
B. Výpočtová část
 analýza objektu – koncepční řešení vytápění objektu, volba zdroje tepla,
 výpočet tepelného výkonu,
 energetický štítek obálky budovy,
 návrh otopných ploch,
 návrh zdroje tepla,
 návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla,
 dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
 návrh zabezpečovacího zařízení,
 návrh výše nespecifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
 roční potřeba tepla a paliva
C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva.
j)závěr,
k)seznam použitých zdrojů,
l)seznam použitých zkratek a symbolů,
m)seznam příloh,
n)přílohy – výkresy

Vše bude svázáno pevnou vazbou. Volné dokumenty (metadata, prohlášení o shodě, posudky, výsledky obhajoby) budou vloženy do kapsy na přední straně desek, výkresy budou poskládány a uloženy jako příloha v kapse na zadní straně desek.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Bakalářská je rozdělena do tří částí. První část je teoretická a zabývá se historií, principem funkce a rozdělením tepelných čerpadel a obecným popisem solárních soustav a kolektorů. Druhá část je výpočtová, která se věnuje návrhu vytápění v bytovém domě. Řeší návrh nízkoteplotní otopné soustavy s kaskádou tepelných čerpadel vzduch – voda a návrh solární soustavy pro přípravu teplé vody. Poslední část je projektová, která obsahuje vypracovanou technickou zprávu a projektovou dokumentaci.

KLÍČOVÁ SLOVA

Součinitel prostupu tepla, tepelná ztráta, otopná tělesa, nízkoteplotní otopná soustav, příprava teplé vody, solární soustava, tepelné čerpadlo, akumulační nádrž, zabezpečovací zařízení.

ABSTRACT

The bachelor's thesis is divided into three parts. The first part is theoretical and deals with history, principle of function and distribution of heat pumps and general description of solar systems and collectors. The second part is computational, which deals with the design of heating in an apartment house. It solves the design of the low temperature heating system with the air-water heat pump cascade and the design of the solar system for hot water. The last part is the project, which contains the elaborated technical report and the project documentation.

KEYWORDS

Heat transfer coefficient, heat loss, radiators, low temperature heating system, hot water preparation, solar system, heat pump, storage tank, security equipment.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Petr Mikoláš *Vytápění pomocí tepelného čerpadla.* Brno, 2017. 148 s., 70 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce doc. Ing. Petr Horák, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. 5. 2017

Petr Mikoláš
autor práce

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 26. 5. 2017

Petr Mikoláš
autor práce

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych tímto poděkovat panu doc. Ing. Petru Horákovi, Ph.D. za čas a všechny cenné rady a připomínky, které mi věnoval při konzultacích. Dále chci poděkovat své rodině za podporu, kterou mi projevovala po celou dobu mého studia.

OBSAH

1. ÚVOD

Obsahem této bakalářské práce je návrh nízkoteplotního vytápění, pomocí tepelného čerpadla a návrh solární soustavy, zpracovaný pro bytový dům.

V teoretické části jsem se zabýval historií tepelných čerpadel, principem jejich funkce a obecným rozdělením tepelných čerpadel a solárních soustav. Dále jsem se věnoval popisu solárních kolektorů a přípravě teplé vody pomocí solárních soustav.

Ve výpočtové části jsem vypracoval návrh nízkoteplotní otopné soustavy bytového domu. Jako zdroj tepla pro vytápění a přípravu teplé vody je navrženo tepelné čerpadlo vzduch – voda v paralelně bivalentním provozu s elektrickým topným tělesem. Dále jsem se zabýval návrhem solární soustavy pro přípravu teplé vody.

V projektové části jsem vypracoval technickou zprávu a projektovou dokumentaci. Projektová dokumentace je součástí příloh této závěrečné práce.

A. TEORETICKÁ ČÁST

A.1 ÚVOD TEORETICKÉ ČÁSTI

Tepelná čerpadla i solární soustavy jsou zařízení využívající energii prostředí. Patří tedy mezi obnovitelné zdroje energie. Tepelné čerpadlo transformuje nízkopotenciální energii odebíranou z okolního prostředí, které je dané typem zařízení, na teplo předávané systému vytápění. Obdobně funguje i solární soustava, která přeměňuje energii slunečního záření na teplo dodávané nejčastěji systému pro ohřev teplé vody.

Hlavním faktorem ovlivňujícím rozhodování nad investicí do tepelného čerpadla je pořizovací cena vzhledem k cenám energií. Tím je dána návratnost investice, která se, i díky možnostem využití dotačních titulů na pořízení a snížených tarifů odběru elektrické energie, v dnešní době pohybuje v horizontu několika let.

Obecný popis principu funkce, rozdělení tepelných čerpadel, solárních soustav a solárních kolektorů jsou věnovány následující kapitoly teoretické části.

A.2 HISTROIE TEPELNÝCH ČERPADEL

První zmínka o tepelném čerpadle byla zaznamenána již v roce 1824. Nicolas Léonard Sadi Carnot tehdy popsal vratný kruhový děj ideálního tepelného stroje, dnes známy jako Carnotův cyklus. William Thomson, známý jako lord Kelvin of Largs, na základě Carnotových prací definoval princip tepelného čerpadla v roce 1852. To však mělo k podobě dnešního tepelného čerpadla ještě daleko. [18]

Vývoji tepelného čerpadla předcházely snahy o zkonstruování klimatizačního zařízení. Použitelný chladící systém s praktickým využitím byl poprvé uveden do provozu až v roce 1924 ve Švýcarsku. První tepelné čerpadlo sloužící k získávání tepla bylo sestrojeno americkým vynálezcem Robertem C. Webberem na konci čtyřicátých let 20. století. [18]

Praktickému využití tepelných čerpadel, především v domácnostech, vždy bránily vysoké pořizovací náklady zařízení, vzhledem k cenám energií. A taky technické a provozní nedostatky. To vedlo k neúměrně dlouhé době návratnosti spojené s uživatelskou nespokojeností. Většímu rozšíření tepelných čerpadel nastalo až v osmdesátých letech 19. století, kdy docházelo ke zvyšování cen energií. V západní Evropě byl tehdy zaznamenám prudký nárůst, ale následně rychlý propad v počtu instalovaných tepelných čerpadel. Až na přelomu milénia se počet instalací začal zvyšovat. [18]

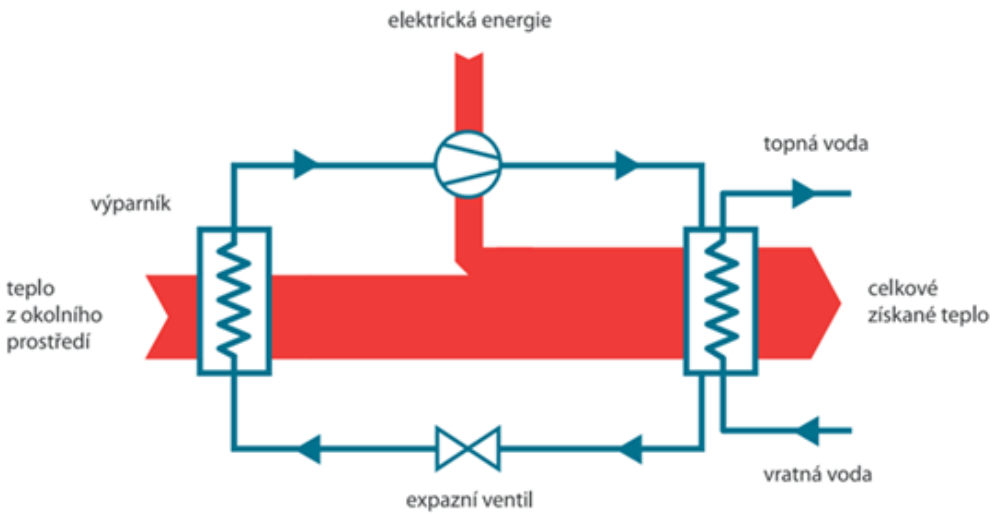
V České republice se začaly objevovat tepelná čerpadla v širším využití až po roce 1990. Tato zařízení se dovážela ze zemí, kde s nimi měli výrobci i uživatelé dobré zkušenosti – Švédsko, Německo či Rakousko. Skutečný rozvoj instalací však nastal až po roce 2000. Na trhu s tepelnými čerpadly se začali objevovat i tuzemští dodavatelé a výrobci a taky začali vznikat první dotační tituly podporující instalaci tepelných čerpadel. [18]

A.3 PRINCIP FUNKCE TEPEPLNÝCH ČERPADEL

V okolním prostředí (země, voda, vzduch) je obsaženo velké množství níkopotenciální energie, která se pro svou nízkou teplotu nehodí pro přímé využití. Principem tepelného čerpadla je přečerpávání tzv. nízkopontenciálního tepla na teplo užitné. Tepelné čerpadlo je tedy zařízení, které tepelnou energii nevyrábí, ale pouze přeměňuje na využitelnou podobu. [18]

Teplo okolí se do tepelného čerpadla přivádí buď přímo (vzduch) nebo pomocí teplonosné látky v okruhu, který nazýváme primárním. Předávání tepla do systému vytápění nebo ohřevu teplé vody nazýváme sekundárním okruhem. Samotná přeměna tepelné energie probíhá v chladivovém okruhu uvnitř tepelného čerpadla.

Funkce tepleného čerpadla je založena na parním kompresorovém oběhu chladiva, složeného ze čtyř částí. První část je výparná. Teplonosnou látkou primárního okruhu je na výparník přiváděno teplo odebírané z okolního prostředí. Ve výparníku dochází k odebírání tepla vypařováním kapalného paliva. Ochlazená kapalina primárního okruhu potom chladí zdroj odebíraného tepla. Tepelné čerpadlo je proto často označováno za obrácenou chladničku. Pro fungování tepelného čerpadla je nutná dodávka elektrické energie, která je odebírána ve druhé fázi oběhu kompresorem. Vypařené páry jsou kompresorem nasávány a stlačovány. Tím dojde ke zvýšení tlaku a teploty par chladiva. Ve třetí částí oběhu proudí stlačené páry chladiva do kondenzátoru, kde zkondenzují a při tom předají přebytečné teplo otopné soustavě. Kondenzátor je tak ochlazován topnou vodou. Poslední, čtvrtou fází je snížení tlaku a teploty na stav pro vypařování, pomocí škrtícího ventilu. Celý oběh se následně opakuje.



Obr. 1: Princip tepelného čerpadla [19]

A.4 TOPNÝ FAKTOR

Účinnost tepelného čerpadla je vyjádřena topným faktorem COP (Coefficient of Performance). Jeho velikost se podle druhu tepelného čerpadla pohubuje běžně od 2,5 do 5. Jde o poměr získaného topného výkonu k množství energie dodané pro práci kompresoru.

Stanovení COP

$$COP = \frac{Q_T}{P_k} = \frac{Q_T}{Q_T - Q_{CH}} \quad [-]$$

kde Q_T - topný výkon tepelného čerpadla [kW]
Q_{CH} - chladící výkon tepelného čerpadla [kW]
P_k - příkon pro práci kompresoru [kW]

Velikost topného faktoru se při různých podmínkách provozu liší. Největší vliv na COP má teplota látky, ze které odebíráme tepelnou energii, ale také teplota, kterou chceme provozem TČ dosáhnout. Aby bylo možné jednotlivá tepelná čerpadla porovnávat, uvádí výrobci hodnotu COP naměřenou při zkušebních podmínkách dle ČSN EN 14511 [13]. Norma stanovuje standartní zkušební podmínky, od kterých jsou odvozené podmínky uživatelské. Zkušební podmínky stanovují hodnoty vstupní teploty na výparník a výstupní teploty z kondenzátoru.

Standartní zkušební podmínky

- vzduch-voda A2/W35
- země-voda B0/W35
- voda-voda W10/W35

A – vzduch, W – voda, B – země.

Příklad technických údajů pro zkušební podmínky STIEBEL-ELTRON WPL47

Teplota na vstupu/výstupu (A/W)	Topný výkon [kW]	Příkon [kW]	COP [-]
A7 / W35	26,83	6,80	3,94
A2 / W35	24,82	7,24	3,43
A-7 / W35	21,68	7,10	3,05

Tab. 1: Technické údaje pro zkušební podmínky STIEBEL-ELTRON WPL 47

Lepší vypovídací hodnotou oproti COP má sezónní topný faktor SCOP (Seasonal Coefficient Of Performance), který oproti COP zahrnuje kromě produkce tepla i energetické ztráty vlivem cyklování (výkon TČ je vyšší než tepelná ztráta), energetickou potřebu doplňkového zdroje tepla, ztráty tepla výměníků, apod. SCOP vychází z celoroční bilance produkce tepla tepelným čerpadlem pro konkrétní provozní a klimatické podmínky v otopném období. SCOP se používá pro klasifikaci tepelných čerpadel do tříd energetické účinnosti při jejich štítkování u umožňuje porovnání tepelných čerpadel jedinou hodnotou pro celé otopné období. [20]

A.5 KOMPRESORY

Základním komponentem chladivového okruhu tepelných čerpadel je kompresor, který celý oběh chladiva pohání. Kompresory jsou mechanická zařízení, jejichž provoz je doprovázen hlučností. Kompresory postupují neustálým vývojem s cílem zvýšení účinnosti a snížení hlučnosti.

A.5.1 PÍSTOVÝ KOMPRESOR

Jde o nejrozšířenější druh kompresoru. Patří k nejlevnější, ale zároveň nejhlučnější variantě, která je dnes ve většině případů výrobců tepelných čerpadel nahrazována modernějšími technologiemi. Tepelná čerpadla s pístovým kompresorem mají horší COP i životnost. Pro tepelná čerpadla se požívají kompresory v hermetickém provedení, což znamená, že je elektromotor i kompresor ve společné nádobě. [26]

Píst se pohybuje ve válci, kde stlačuje plyn a ten odchází z válce otevřeným výfukovým ventilem. Po dosažení horní polohy se výfukový ventil uzavře a otevře se sací ventil. Ventily se otvírají a zavírají pouze vlivem tlaku par chladiva. [26]

A.5.2 ROTAČNÍ KOMPRESOR

Topný faktor i životnost kompresu jsou podobné jako u pístového kompresoru. Píst tvoří válcové těleso, které se pohybuje po vnitřním obvodu válcové komory. Pohyblivá přepážka odděluje sací a výtlačnou část komory. [26]

A.5.3 SPIRÁLOVÝ KOMPRESOR (SCROLL)

V současnosti se jedná o nejpoužívanější a nejlepší typ kompresoru. Je tvořen dvěma spirálami vloženými do sebe, z nichž jedna je pevná a druhá excentricky krouží. Ve spirálách dojde k nasátí chladiva a jeho stlačení směrem ke středu. Tepelná čerpadla se Scroll kompresorem se vyznačují vysokým COP. [26]

Novou generací je EVI Scroll kompresor, ve kterém dochází k vstřikování chladnějších par chladiva do stlačovacího prostoru během komprese. Využívá se i podchlazení vstřikovaného množství chladiva za kondenzátorem, čím se zvyšuje výkon. Tyto kompresory pracují s větším příkonem a mechanickým zatížením vyvolaným parním vstřikem. [27]

A.6 CHLADIVA

Chladivo je látka, která v oběhu tepelného čerpadla přijímá tepelnou energii z okolního prostředí při teplotě prostředí a odpovídajícím tlaku a předává ji při vyšší teplotě i tlaku. Přenos tepelné energie probíhá za změny skupenství chladiva – vypařování při přívodu tepla z okolí a kondenzací při odebíraní tepla sekundárním okruhem (systém vytápění). [28]

Chladiva musí mít kromě vhodných chemických, tepelně – technických a fyzikálních vlastnostní i minimální dopad na životní prostředí a zdraví člověka. Dříve používaná halogenovaná chladiva (CFC, tzv. tvrdé freony a HCFC, tzv. měkké freony) byla z důvodů ochrany životního prostředí a ozónové vrstvy zakázána a nahrazena chladivy na bázi částečně fluorovaných uhlovodíků a jejich směsmi (HFC). HFC chladiva neobsahují chlór a nenarušují ozónovou vrstvu. Pro provoz tepelných čerpadel jsou dnes nejpoužívanější chladiva R134a, R407 C a R410A. [29]

Pro srovnání ekologických dopadů chladiv se požívají následující ukazatele:

- ODP – potenciál rozkladu ozónové vrstvy
- GWP – potenciál globálního oteplování
- TEWI – celkový ekvivalentní dopad na globální oteplování chladícího zařízení

A.7 ZÁKLADNÍ ROZDĚLENÍ TEPELNÝCH ČERPADEL

Tepelná čerpadla se rozdělují podle druhu pracovních látek primárního a sekundárního okruhu. Volba typu tepelného čerpadla zásadně ovlivní další postup návrhu i náklady na investici. Jednotlivé typy tepelných čerpadel mají svá návrhová omezení.

A.7.1 TEPELNÁ ČERPADLA VZDUCH – VODA

Tento typ tepelného čerpadla odebírá energii přímo z venkovního vzduchu, které předávají otopné vodě, popřípadě vzduchu (vzduch – vzduch). Výhodou je jejich variabilní použití, bez potřeby velké plochy pozemku pro instalaci a bez potřeby instalace primárního okruhu. Tepelná čerpadla vzduch – voda jsou vyráběna v provedení pro venkovní (např. plochá střecha bytového domu), nebo vnitřní (uvnitř stavby se vzduchovými průduchy) variantě jako kompaktní jednotky, nebo jako oddělené venkovní a vnitřní jednotky (SPLIT). Nevýhodou je, že teplota venkovního vzduchu během provozu tepelného čerpadla kolísá a v otopném období bývá hluboko pod teplotou použitelnosti. Proto je vhodné tepelné čerpadlo provozovat v bivalentním režimu (s doplňkovým zdrojem tepla), čím se prodlouží životnost tepelného čerpadla. Mezi další nevýhody patří i zvýšená hlučnost těchto čerpadel, které je nutné věnovat větší pozornost a zamezit šíření nadměrného hluku a vibrací, které může vyvolávat.

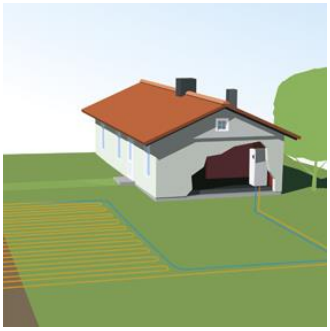
Obr. 2: Tepelné čerpadlo vzduch-voda [21]

A.7.2 TEPELNÁ ČERPADLA ZEMĚ – VODA

Tento typ tepelných čerpadel odebírá teplo ze země pomocí primárního okruhu, tvořeného zemním kolektorem nebo hlubinným vrtem, které předává otopné vodě v sekundárním okruhu.

A.7.2.1 TEPELNÁ ČERPADLA ZEMĚ – VODA SE ZEMNÍM KOLEKTOREM

Pro instalaci plošného kolektoru je potřeba velké volné plochy pozemku. Plocha kolektoru je závislá na druhu půdy. Podle vlastnosti a druhu půdy kolísá výkon tepla získaný ze země mezi 8 – 32 W/m^2 při 2 400 provozních hodinách tepelného čerpadla za rok [22]. U nekvalitních půd je zapotřebí velké plochy zemního kolektoru, čímž se celková investice prodražuje. Potrubí kolektoru je ukládáno do rýhy v nezámrzné hloubc cca 1,5 m. Materiálem potrubí je nejčastěji HDPE. Ideální délka jednotlivých okruhů je pro snížení tlakových ztrát 100 až 200 m [22]. Teplonosnou látkou



Obr. 3: Tepelné čerpadlo země – voda s plošným kolektorem [21]

primárního okruhu jsou solanky, což jsou vodní roztoky solí schopné oběhu a předávání tepla i při nízkých teplotách. Protože se jedná o agresivní látku (dle koncentrace) je nutné, aby všechny komponenty primárního okruhu měli dostatečnou chemickou odolnost.

A.7.2.2 TEPELNÁ ČERPADLA ZEMĚ – VODA S HLUBINÝM VRTEM

Výhodou zemních vrtů je menší nárok na plochu pozemku a v podstatě neměnná teplota prostředí v průběhu celého roku. Tepelné čerpadlo je tak schopno pokrýt celou tepelnou ztrátu objektu. Vrty jsou však investičně náročné. Realizace vrtů musí být schválená stavebním a báňským úřadem. Hloubka jednoho vrtu se pohybuje od 50 do 120, do větší hloubky se provádí jen výjimečně. Účinnost vrtu je opět ovlivněna kvalitou zeminy, jejíž složení se může s hloubkou měnit. Samotná tělesa vrtu se provádí z potrubí PE100 zakončená U kolenem. Teplonosnou látkou je opět solanka. Potrubí zemních rozvodů k vrtům jsou ukončena rozdělovačem a sběračem, umístěným v šachtě u obvodové stěny objektu, před napojením na vnitřní rozvod. Potrubní sondy mohou být provedeny jako jednoduché U, dvojité U, koaxiální apod. [18], [22]

Obr. 4: Tepelné čerpadlo země – voda s hlubinným vrtem [21]

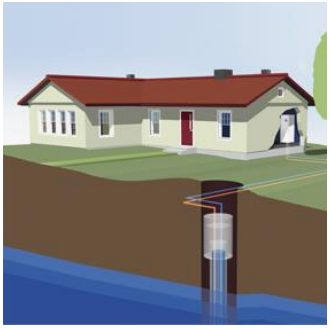
A.7.3. TEPELNÁ ČERPADLA VODA – VODA

Tyto tepelná čerpadla odebírají teplo z vodní plochy pomocí plošného kolektoru nebo ze studny pomocí sondy.

Varianta s plošným kolektorem není příliš vhodná kvůli riziku zamrznuti stojaté vody. Nelze ani využívat vodní toky ani díla ve veřejné správě, protože hrozí riziko kontaminace vodního zdroje teplonosnou kapalinou. [18]

Obr. 5: Tepelné čerpadlo voda – voda s plošným kolektorem [21]

Varianta se studniční sondou je značně nákladná a podmínky pro její využití jsou v ČR značně omezeny nedostatkem zdrojové vody. Z pohledu legislativy se jedná o vodní díla a realizace podléhá povolení stavebního, báňského a vodohospodářského úřadu a také povolení nakládání s vodami. Výhodou je stabilní teplotní prostředí podzemní vody, a to i v zimním období. [18]

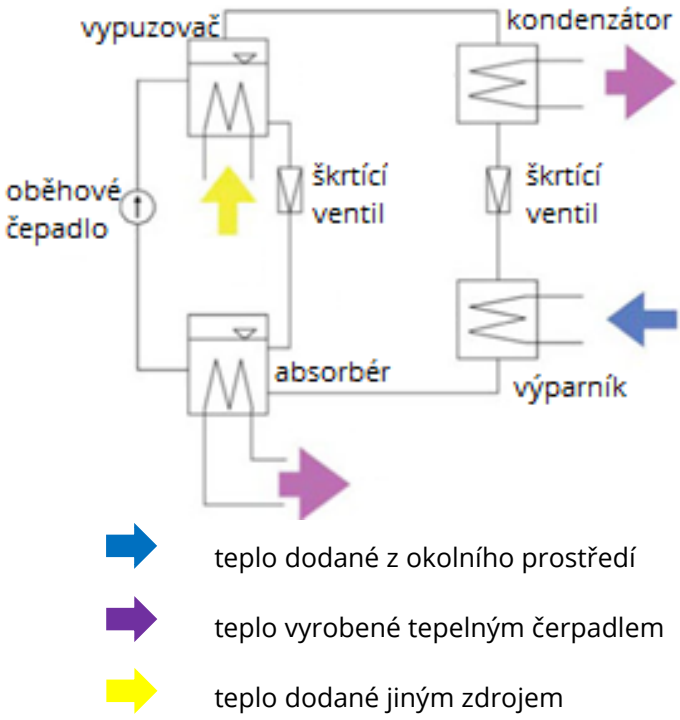


Obr. 6: Tepelné čerpadlo voda – voda se studniční sondou [21]

A.7.4. ABSORBČNÍ TEPELNÁ ČERPADLA

Jedná se o zařízení, kde je kompresorová část nahrazena dodávkou tepelné energie z jiného zdroje tepla a absorpcí par chladiva v absorbéru. Zdrojem tepelné energie pro chod absorpčního cyklu může být plynový kotel, solární soustava, geotermální nebo odpadní teplo. Pro provoz absorpční zařízení v podobě tepelného čerpadla se nejčastěji používá elektrokotel, nebo plynový kotel.

Princip vychází z funkce absorpčního chladícího zařízení s oběhem dvou látek – chladivo/absorbent. Nejpoužívanější dvojicí je amoniak (chladivo)/voda (absorbent) nebo voda (chladivo)/LiBr (absorbent). Páry chladiva z výparníku putují do absorbéru, kde jsou pohlcovány absorbentem. Při absorpci se uvolňuje teplo, které je možné využívá pro předehřev teplé vody nebo potřeby vytápění. Absorbentem pohlcené chladivo se nazývá bohatý roztok. Ten je čerpadlem dopravován do tepelného výměníku, kde dochází za velké teploty k vypuzení chladiva z absorbentu. Teplo pro vypuzení chladiva je dodáváno zdrojem tepla (plynový kotel, solární soustava apod.). Vypuzené páry chladiva putují do kondenzátoru a chladivo dále jako kapalina prochází přes škrtící ventil a následně do výparníku. Absorbent ochuzený o chladivo putuje přes škrtící ventil z vypuzovače do absorbéru a nazýváme ho chudým roztokem. Celý oběh se následně opakuje.



Obr. 7: Schéma absorpčního oběhu [23]

A.8 NAVRHOVÁNÍ A PROVOZ TEPELNÝCH ČERPADEL

A.8.1 NAVRHOVÁNÍ TEPELNÝCH ČERPADEL

Při návrh jakéhokoliv zdroje tepla pro vytápění je potřebné znát tepelnou ztrátu objektu. Avšak výkon tepelných čerpadel nenavrhujeme na plné pokrytí tepelných ztrát. U typu vzduch – voda je vhodný poměr výkonu TČ k tepelné ztrátě 65 – 90 %, u typu země-voda 55 – 75 %. Při současném ohřevu teplé vody pomocí TČ je potřeba do výkonu nutné započítat i výkon potřebný pro ohřev TV.

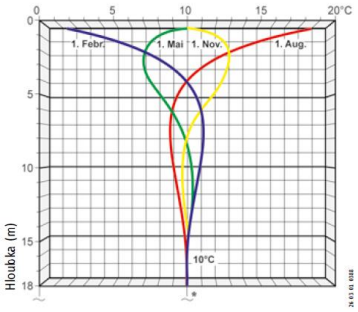
Tepelné čerpadlo je nízkoteplotní zdroj tepla s výstupní teplotou 50 – 55 °C, výjimečné až 60 °C při upravené konstrukci zařízení, a jsou proto vhodné pro nízkoteplotní systémy vytápění. Nejvhodnější je systém s podlahovým vytápěním. Možný je i provoz s otopnými tělesy, které ovšem díky nižším pracovním teplotám vychází rozměrově větší než u standartních teplotních spádu. Vhodné jsou i konvektorová otopná tělesa. V případě stávajících otopných soustav je nutné přepočítat výkon původních otopných ploch pro nový teplotní spád a zvážit jejich funkčnost v nízkoteplotním režimu.

Zásadní je samozřejmě výběr vhodného typu tepelného čerpadla, popřípadě návrh doplňkového zdroje tepla a stanovení provozního režimu.

A.8.2 BOD BIVALENCE

Bod bivalence se nachází v průsečíku výkonové křivky tepelného čerpadla a průběhu tepelné ztráty objektu v závislosti na venkovní teplotě. Bod bivalence se obvykle pohybuje od 0 °C do -5 °C. Takto stanovený bod bivalence udává venkovní teplotu, při které již nemá smysl provozovat tepelné čerpadlo (nízké výpočtové teploty nastávají jen pár dní v roce) nebo TČ není schopno plně pokrýt danou tepelnou ztrátu. V případě bivalentního provozu navrhujeme doplňkový zdroj tepla, kterým může být elektrické topné těleso nebo plynový kotel. Bivalentní provoz navrhujeme hlavně u vzduchových tepelných čerpadel, kdy jsou teploty venkovního vzduchu velmi nízké a potřeba tepla vysoké.

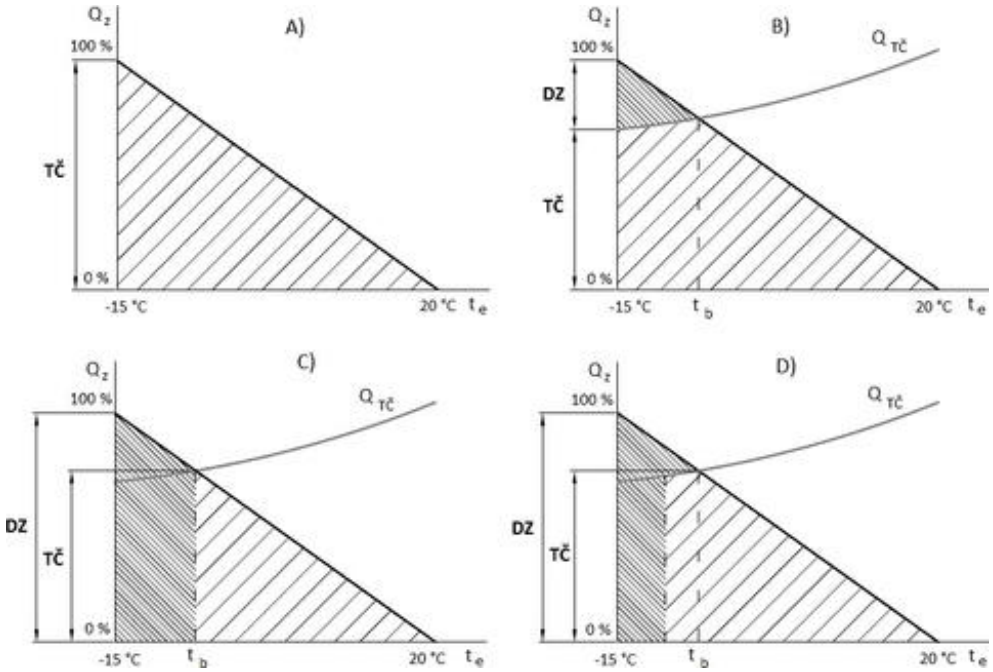
Provoz v monovalentním režimu znamená, že výkon tepelného čerpadla plně pokrývá potřebu tepla danou tepelnou ztrátou a potřebou pro ohřev TV. Tento způsob je vhodný pro TČ země – voda, nejlépe s hlubinnými vrty, kdy je teplota zeminy v průběhu roku v podstatě konstantní v závislosti na hloubce.



Obr. 8: Průběh teploty v zemi [24]

V paralelně bivalentním režimu se doplňkový zdroj zapíná při nedostatečném výkonu tepelného čerpadla. V alternativně bivalentní režimu doplňkový zdroj nahrazuje celým výkon tepelného čerpadla v období, kdy již není schopné pracovat. A

bivalentně částečně paralelním režim je kombinací stavů (B) a (C). Jednotlivé provozní režimy jsou znázorněny na obr. 8. [25]



Obr. 9: Provozní režimy: A) monovalentní režim, B) paralelně bivalentní režim, C) alternativně bivalentní režim, D) bivalentně částečně paralelní [25]

A.9 REGULACE VÝKONU TEPELNÝCH ČERPADEL

A.9.1 TECHNOLOGIE PRO REGULACI VÝKONU

Výkon tepelných čerpadel je regulován pomocí kompresoru. Nejčastěji však bývají tepelná čerpadla vybavena standartními rotačními kompresory Scroll, které regulaci výkonu neumožňuji a pracují pouze v režimu vypnuto/zapnuto. Tento provozní způsob není příliš vhodný, protože neumožňuje odebírání výkonu, který je aktuálně potřebný a v případě nižších potřeb na spotřebu tepla dochází k cyklování (častému sepínání a vypínání) kompresu, což vede k jeho rychlému opotřebení.

Invertorová technologie je způsob plynulé regulace otáček kompresoru, který je řízen tzv. invertorem, což je v podstatě frekvenční měnič, který řídí frekvenci (počet otáček) a velikost (výkon) napětí. [27]

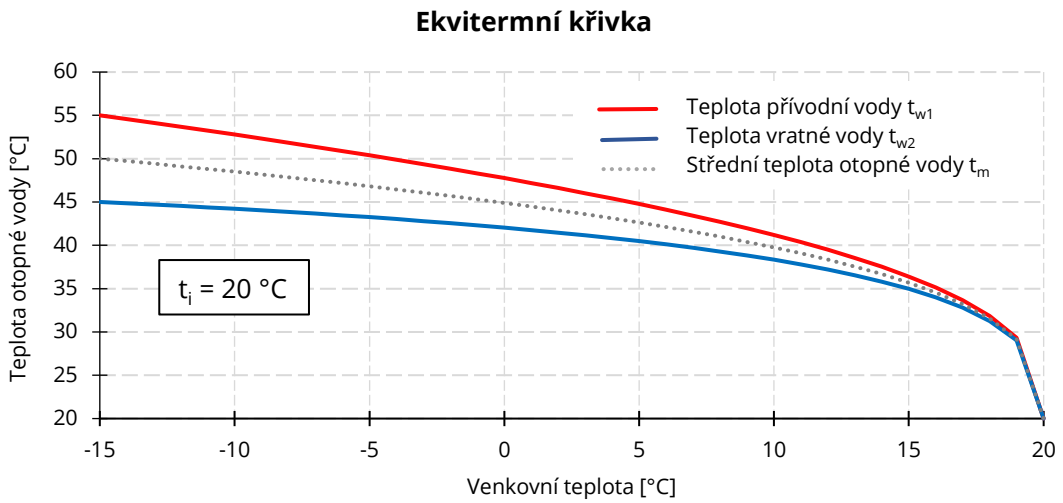
Další možností regulace výkonu je pomocí Digital Scroll kompresorů, které pracují se základním principem rotačních Scroll kompresorů, kde dochází k přerušování stlačovací fáze. Tím je možné regulovat výkon tepelného čerpadla i příkon kompresoru. [27]

Pro regulaci výkonu je možné použít i škrtící ventil s elektronickým řízením. Výkon je ovládán řízeným přehřátím chladiva stanoveným teplotním a tlakovým čidlem za výparníkem a průtokem chladiva přes samotný ventil pomocí změny průtočného průřezu nebo dávkováním.

I při provozu regulovatelných tepelných čerpadel je potřeba systém vytápění vybavit akumulační nádrží pro topnou vodu. To z důvodu proměnného průtoku v soustavě vlivem zásahů uživatele pomocí termostatických hlavic a funkce termostatických ventilů.

A.9.2 EKVITERMNÍ REGULACE

Stanovení potřebného výkonu je prováděno ekvitermní regulací. Výkon tepelného čerpadla je přizpůsoben požadované teplotě otopné vody na výstupu z tepelného čerpadla, stanovené podle ekvitermní křivky regulátoru na základě průběhu venkovní teploty.



Graf 1: Ekvitermní křivka

te [°C]	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
t_{w1} [°C]	55	52,78	50,39	47,75	44,76	41,19	36,40	20,00
t_{w2} [°C]	45	44,21	43,25	42,04	40,48	38,33	34,97	20,00
t_m [°C]	50	48,50	46,82	44,89	42,62	39,76	35,68	20,00
Δt [°C]	10	8,57	7,14	5,71	4,29	2,86	1,43	0,00

Tab. 2: Teplota otopné vody v závislosti na venkovní teplotě.

A.9.2.1 VÝPOČET HODNOT PRO STANOVENÍ EKVITERMNÍ KŘIVKY

Teplotní rozdíl

$$\Delta t = (t_{w1} - t_{w2}) * \frac{t_{es} - t_i}{t_e - t_i} \quad [°C]$$

kde t_{w1} - teplota topné vody na přívodu do otopné soustavy [°C]
t_{w2} - teplota topné vody na vratu z otopné soustavy [°C]
t_{es} - uvažovaná venkovní teplota [°C]
t_e - výpočtová venkovní teplota [°C]
t_i - výpočtová vnitřní teplota [°C]

Střední teplota otopné vody

$$t_m = t_i + \left(\frac{t_{w1} + t_{w2}}{2} - t_i\right) * \left(\frac{t_{es} - t_i}{t_e - t_i}\right)^{\frac{1}{n}} \quad [°C]$$

kde t_i - výpočtová vnitřní teplota [°C]
t_{w1} - teplota topné vody na přívodu do otopné soustavy [°C]
t_{w2} - teplota topné vody na vratu z otopné soustavy [°C]
t_{es} - uvažovaná venkovní teplota [°C]
t_e - výpočtová venkovní teplota [°C]
n - teplotní exponent otopné soustavy [-], stanovený podle druhu otopných ploch

Teplota topné vody na přívodu do otopné soustavy

$$t_{w1} = t_m + 0{,}5 * \Delta t \quad [°C]$$

kde t_m - střední teplota otopné vody [°C]
Δt - teplotní rozdíl [°C]

Teplota otopné vody na vratu z otopné soustavy

$$t_{w2} = t_m - 0{,}5 * \Delta t \quad [°C]$$

kde t_m - střední teplota otopné vody [°C]
Δt - teplotní rozdíl [°C]

A.10 VYUŽITÍ SOLÁRNÍCH SOUSTAV V BYTOVÝCH DOMECH

Tepelné solární soustavy jsou dnes moderní technologií. Využití v bytových domech má mnoho výhod. Především jsou to vyšší energetické zisky a nižší investiční náklady oproti instalacím v rodinných domech. Důvody pro instalaci lze rozdělit do několika oblastí. [30]

Obr. 10: Solární soustava na ploché střeše bytového domu. [31]

A.10.1 EKONOMICKÉ DŮVODY PRO POŘÍZENÍ

Mezi přednosti instalace v bytovém domě patří již zmiňované nižší investiční náklady oproti menším soustavám pro rodinné domy. I bez využití dotačních titulů lze dosáhnout návratnosti investice do 10 let. Dalším přínosem je, že solární energie je zdarma pro všechny, kdežto cena fosilních paliv pravděpodobně v budoucnu poroste. [30]

A.10.2 ENERGETICKÉ DŮVODY

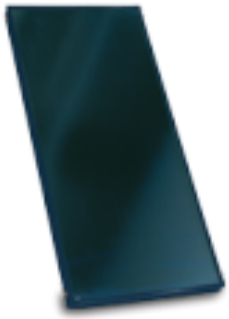
Instalace solární soustavy v bytovém domě, je významným opatřením pro dosažení úspor tepla. Solární soustavy přispívají svou životností ke snížení energetické náročnosti objektu i k úsporám primární energie. Sluneční energie je nevyčerpatelným zdrojem dostupným téměř všude s meziročním kolísáním úhrnů dopadající sluneční energie do 10 %. [30]

A.10.3 EKOLOGICKÉ DŮVODY

Provozem solárních soustav nevznikají žádné emise znečišťujících látek a přispívají ke snížení emisní zátěže úsporou paliva pro hlavní systémy vytápění. Solární soustavy pro svůj provoz spotřebovávají pomocnou elektrickou energii (oběhová čerpadla a regulace), která se ovšem u bytových domů pohybuje do 1 % z využitých tepelných zisků solární soustavy. [30]

A.11 DRUHY SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

Solární kolektor je zařízení, které pohlcuje sluneční záření a přeměňuje ho na tepelnou energii, která je předávána teplonosné látce procházející solárním kolektorem. Většina plochých kolektorů pro přenos tepla využívá teplonosnou kapalinu, tzv. kapalinové kolektory. Existují i kolektory využívající pro přenos tepla vzduch, tzv. vzduchové kolektory. [32], Z typů solárních kolektorů dále uvádím dva nejběžněji používané pro solární soustav.



Obr. 11: Plochý solární kolektor [33]

Obr. 12: Trubicový solární kolektor [33]

A.11.1 PLOCHÉ KOLEKTORY

Ploché kolektory jsou tvořeny plochým zasklením (aperturou) a absorbérem. Absorbér bývá kovový, někdy tvořen plechem jako jeden kus nebo dělený, tzv. lamelový. Většina kolektorů je tvoře absorbérem se selektivním povrchem. Absorpční plocha je navařena nebo nalisována na trubkovém registru, ve kterém proudí teplonosná kapalina. Rám kolektoru je tvořen výliskem nebo složenými profily a podle potřeby vyplněn tepelnou izolací. [32]

A.11.2 TRUBICOVÉ VAKUOVÉ KOLEKTORY

Tento typ kolektorů je tvořen válcovou aperturou a prostor mezi absorbérem a zasklením je vakuován. Trubicové kolektory mají díky vakuové izolaci a nízkoemisnímu povrchu absorbéru velmi malé tepelné ztráty. [32]

Kolektory mohou být tvořené jednostěnnými trubkami, ve kterých je umístěna plochá lamela absorbéru se selektivním povrchem. Tyto kolektory mají velmi dobrý přestup tepla z absorbéru do teplonosné látky. Pracují s vysokou účinností, ale jedná se o investičně náročné řešení. [32]

Tzv. kolektory Sydney, jsou složeny z dvojstěnných válcových koncentrických celoskleněných trubic. Vnitřní absorpční trubka slouží k zachycení slunečního záření a přeměně na teplo a vnější krycí trubice slouží jako ochranné zasklení. Prostor mezi trubicemi je vakuován a absorpční trubice je opatřena selektivním povrchem. U těchto kolektorů je přenos tepla z absorpční

trubice na teplonosnou látku zajištěn vodivou lamelou. Ta by měla být co nejvodivější, čehož není u všech výrobků dosaženo a tím je ovlivněna účinnost kolektoru. [32]

A.12 ROZDĚLENÍ SOLÁRNÍCH SOUSTAV

Pro aplikace v bytových domech lze solární soustavy rozdělit podle účelu na solární soustavy pro:

- předehřev nebo přípravu teplé vody,
- přípravu teplé vody a vytápění,
- pro výrobu chladu,
- pro předehřev větracího vzduchu. [34]

A.13 SOLÁRNÍ SOUSTAVY PRO PŘÍPRAVU TEPLÉ VODY

Příprava teplé vody solární soustavou je velmi vhodné řešení vzhledem k celoroční spotřebě teplé vody, která je víceméně konstantní. Solární soustavy lze v bytových domech snadno integrovat do stávajících systémů přípravu teplé vody. Stávající zdroj tepla potom slouží jako záloha pro dohřev teplé vody. [35]

A.13.1 STANOVENÍ SPOTŘEBY TEPLÉ VODY

Návrh solární soustavy musí vycházet z reálné spotřeby tepla na přípravu teplé vody. U stávajících budov se spotřeba tepla zjišťuje měřením (např. nárazová měření v průběhu roku). U novostaveb nebo v případech kdy nejsou k dispozici údaje z měření se spotřeba tepla na ohřev teplé vody stanoví pomocí směrných hodnot. [35]

Typ budovy	Typ spotřeby	Spotřeba [$l.os^{-1}.den^{-1}$]
Obytná	Nízký standart	10 - 20
	Střední standart	20 – 40
	Vysoký standart	40 – 80

Tab. 3: Příklad hodnot měrné denní spotřeby teplé vody dle TNI 73 0302 [10]

Zkušenosti z praktických měření v bytových domech ukazují, že se měrná denní spotřeba teplé vody pohubuje mezi 25 – 35 $l.os^{-1}.den^{-1}$. Pro stanovení spotřeby tepla je nutné uvažovat i obsazenost objektu během roku a tepelné ztráty rozvodů teplé vody. [35]

A.13.1 PŘEDPOKLADY NÁVRHU PRO BYTOVÉ DOMY

Při návrhu pro ohřev teplé vody v bytovém domě lze vzhledem větší plochy soustav očekávat hodnotu měrných zisků solární soustavy nad 400 $kWh.m^{-2}.rok^{-1}$, při dimenzování na nižší solární pokrytí (25 – 40 %). [36]

Dimenzování soustav bytových domů je omezeno nevyužitím letních přebytků. Návrh plochy kolektorů se proto provádí pro krytí potřeb v měsíci červenci, aby nedocházelo k provozním problémům spojených se stagnací teplonosné kapaliny a ke snížení měrných ročních využitých tepelných zisků. [36]

A.14 ZÁVĚR

Správným pochopením principu funkce a vhodným návrhem jak tepelného čerpadla, tak i solární soustavy lze docílit značných energetických a tím spojených ekonomických úspor při provozu vytápění a přípravě teplé vody. Je nutné vycházet ze specifických podmínek provozu i technických možností instalace.

Vzhledem k neustálému růstu cen energií a politickému tlaku na snížení emisí látek, znečišťujících životní prostředí a na snížení spotřeby energií, se kombinace provozu tepleného čerpadla a solární soustavy, jeví jako vhodný způsob pro dosažení ekologicky udržitelného a uživatelsky komfortního řešení.

B. VÝPOČTOVÁ ČÁST

B.1 ANALÝZA OBJEKTU

Řešenou stavbou je stávající bytový dům v obci Nový Jičín. BD se nachází v lokalitě s výpočtovou venkovní teplotou v zimním období -15 °C. Objekt má čtyři nadzemní podlaží, jedno podzemní podlaží. Objet má dva samostatné vchody s celkem 16 bytovými jednotkami. Dispoziční řešení všech bytů je 3 +1. Bytový dům je užíván 64 osobami. V podzemním podlaží se nachází sklepní prostory, technická místnost a sušárna s prádelnou.

Hlavní nosnou konstrukci tvoří železobetonový skelet se skrytými sloupy. Celý objekt byl revitalizován. Obvodové stěny jsou provedeny ze železobetonových stěnových sendvičových panelů s vnějším kontaktním zateplením z polystyrenu tl. 140 mm. Dělící příčky jsou provedeny z keramického zdiva tl. 150 mm. Okna jsou plastová otevíratelná. Střecha je plochá, zateplena tepelně izolačními spádovými kliny.

Pro objekt je navržen nový dvoutrubkový systém vytápění s nuceným oběhem. Teplotní spád soustavy byl zvolen s ohledem na využití tepelných čerpadel jako nízkoteplotní 55/45 °C. Distribuce topné vody bude zajištěna z technické místnosti celkem čtyřmi větvemi. Jako zdroj tepla je navržena kaskáda tepelných čerpadel typu vzduch – voda v paralelně bivalentním provozu v kombinaci s elektrickým topným tělesem. Příprava teplé vody bude zajištěna tepelnými čerpadly v kombinaci se solárním systémem. Vytápění bude zajištěno v obytných místnostech deskovými a v koupelnách trubkovými otopnými tělesy.

B.2 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA

Výpočet a posouzení součinitele prostupu tepla jsem provedl podle ČSN 73 0540 [3], [4]. Pro účely výpočtu byly jednotlivé skladby zjednodušeny, tzn. Vrstvy, které nemají zásadní vliv na prostup tepla byly zanedbány. Konstrukce byly posouzeny na doporučené normové hodnoty.
Hodnotu součinitele prostupu tepla výplní stavebních konstrukcí uvažuji dle projektové dokumentace stávajícího stavu objektu.

B.2.1 POUŽITÉ VÝPOČTOVÉ VZTAHY

Tepelný odpor konstrukce

$$R = \sum \frac{d_i}{\lambda_i} \ [\mathrm{m^2.K.W^{-1}}]$$

kde d_i – tloušťka i-té vrstvy skladby posuzované konstrukce
λ_i – součinitel tepelné vodivosti [$W.m^{-1}.K^{-1}$], výpočtová hodnota
– pro výpočet byly deklarované hodnoty výrobců navýšený o 10%

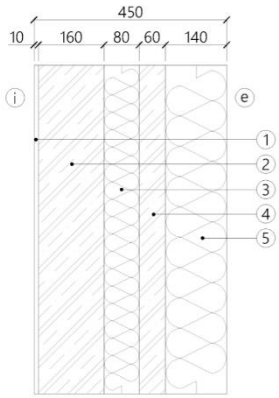
Součinitel prostupu tepla

$$\mathrm{U} = \frac{1}{\mathrm{R_{si} + R + R_{se}}} = \frac{1}{\mathrm{R_T}} \leq \mathrm{U_N} \ \ [W.m^{-2}.K^{-1}]$$

kde U_N – normový požadavek na součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540 [4] [$W.m^{-2}.K^{-1}$]
R_T – odpor při prostupu tepla konstrukcí [$m^2.K.W^{-1}$]
R_{si} – odpor pří přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [$m^2.K.W^{-1}$]
= 0,13 při přestupu stěnami
= 0,17 při přestupu podlahou
= 0,10 při přestupu stropem
R_{se} – odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [$m^2.K.W^{-1}$]
= 0,04

B.2.2 VÝPOČET A POSOUZENÍ SKLADEB STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

SO1 – obvodová stěna



Obr. 13: Skladba obvodové stěny se zateplením

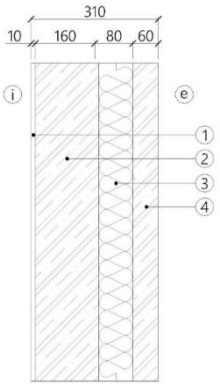
Tab. 4: Stanovení tepelného odporu skladby obvodové stěny SO1

i	vrstva	d_i [m]	λ_{di} [$Wm^{-1}K^{-1}$]	λ_i [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]
1	omítka vnitřní vápenná	0,01	-	0,88	0,01
2	železobeton	0,16	-	1,43	0,11
3	EPS	0,08	-	0,089	0,90
4	železobeton	0,06	-	1,43	0,04
5	EPS	0,14	0,035	0,0385	3,64
	Σ	0,45		3,87	4,70

Tab. 5: Posouzení skladby obvodové stěny SO1

R_{si} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_{se} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_T [$m^{-2}KW^{-1}$]	U [$Wm^{-2}K^{-1}$]	$U_{N,20}$ [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Posouzení $U \leq U_{N,20}$
0,13	0,04	4,70	4,87	0,21	0,30	vyhovuje

SO1 – obvodová stěna bez zateplení



Obr. 14: Skladba obvodové stěny bez zateplení

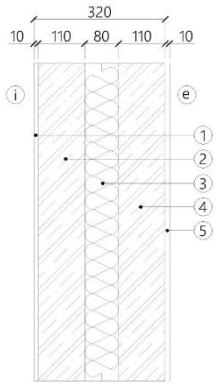
Tab. 6: Stanovení tepelného odporu skladby obvodové stěny SO1 se zateplením

i	vrstva	d_i [m]	λ_{di} [$Wm^{-1}K^{-1}$]	λ_i [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]
1	omítka vnitřní vápenná	0,01	-	0,88	0,01
2	železobeton	0,16	-	1,43	0,11
3	EPS	0,08	-	0,089	0,90
4	železobeton	0,06	-	1,43	0,04
	Σ	0,31		3,83	1,06

Tab. 7: Posouzení skladby obvodové stěny SO1 se zateplením

R_{si} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_{se} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_T [$m^{-2}KW^{-1}$]	U [$Wm^{-2}K^{-1}$]	$U_{N,20}$ [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Posouzení $U \leq U_{N,20}$
0,13	0,04	1,06	1,23	0,81	0,30	nevyhovuje

SN1 – vnitřní stěna nosná



Obr. 15: Skladba vnitřní stěny nosné

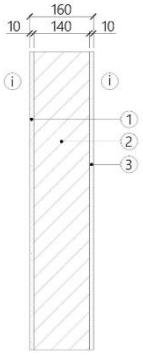
Tab. 8: Stanovení tepelného odporu skladby vnitřní stěny nosné SN1

i	vrstva	d_i [m]	λ_{di} [$Wm^{-1}K^{-1}$]	λ_i [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]
1	omítka vnitřní vápenná	0,01	-	0,88	0,01
2	železobeton	0,11	-	1,43	0,08
3	EPS	0,08	-	0,089	0,90
4	železobeton	0,11	-	1,43	0,08
5	omítka vnitřní vápenná	0,01	-	0,88	0,01
	Σ	0,32		4,71	1,08

Tab. 9: Posouzení skladby vnitřní stěny nosné SN1

R_{si} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_{se} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_T [$m^{-2}KW^{-1}$]	U [$Wm^{-2}K^{-1}$]	$U_{N,20}$ [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Posouzení $U \leq U_{N,20}$
0,13	0,13	1,08	1,34	0,75	1,05	vyhovuje

SN2 – vnitřní stěna nenosná



Obr. 16: Skladba vnitřní stěny nenosné

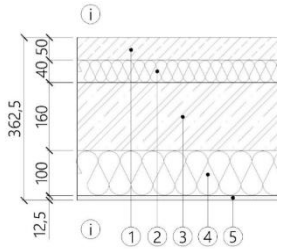
Tab. 10: Stanovení tepelného odporu skladby vnitřní stěny nenosné SN2

i	vrstva	d_i [m]	λ_{di} [$Wm^{-1}K^{-1}$]	λ_i [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]
1	omítka vnitřní vápenná	0,01	-	0,88	0,01
2	HELUZ CV 14	0,14	1,63	1,793	0,08
3	omítka vnitřní vápenná	0,01	-	0,88	0,01
	Σ	0,16		3,55	0,10

Tab. 11: Posouzení skladby vnitřní stěny nenosné SN2

R_{si} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_{se} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_T [$m^{-2}KW^{-1}$]	U [$Wm^{-2}K^{-1}$]	$U_{N,20}$ [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Posouzení $U \leq U_{N,20}$
0,13	0,13	0,10	0,36	2,77	1,05	nevyhovuje

PDL – podlaha nad suterénem



Obr. 17: Skladba podlahy nad suterénem

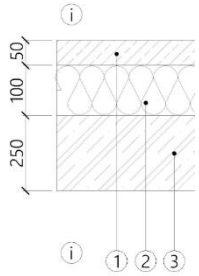
Tab. 12: Stanovení tepelného odporu skladby podlahy nad suterénem

i	vrstva	d_i [m]	λ_{di} [$Wm^{-1}K^{-1}$]	λ_i [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]
1	cementový potěr	0,05	-	1,16	0,04
2	minerální vata	0,04	0,044	0,048	0,83
3	železobeton	0,16	-	1,43	0,11
4	minerální vata	0,10	0,044	0,048	2,07
5	SDK podhled	0,012	0,22	0,242	0,05
	Σ	0,36		2,93	3,10

Tab. 13: Posouzení skladby podlahy nad suterénem

R_{si} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_{se} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_T [$m^{-2}KW^{-1}$]	U [$Wm^{-2}K^{-1}$]	$U_{N,20}$ [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Posouzení $U \leq U_{N,20}$
0,17	0,17	3,10	3,44	0,29	0,60	vyhovuje

PDLz – podlaha na zemině



Obr. 18: Skladba podlahy na zemině

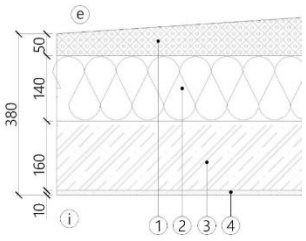
Tab. 14: Stanovení tepelného odporu skladby podlahy na zemině

i	vrstva	d_i [m]	λ_{di} [$Wm^{-1}K^{-1}$]	λ_i [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]
1	cementový potěr	0,05	-	1,16	0,04
2	EPS 100S	0,1	0,044	0,048	2,07
3	železobeton	0,25	-	1,43	0,17
	Σ	0,40		2,64	2,28

Tab. 15: Posouzení skladby podlahy na zemině

R_{si} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_{se} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_T [$m^{-2}KW^{-1}$]	U [$Wm^{-2}K^{-1}$]	$U_{N,20}$ [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Posouzení $U \leq U_{N,20}$
0,17	0	2,28	2,45	0,41	0,85	vyhovuje

SCH– střecha



Obr. 19: Skladba ploché střechy

Tab. 16: Stanovení tepelného odporu skladby ploché střechy

i	vrstva	d_i [m]	λ_{di} [$Wm^{-1}K^{-1}$]	λ_i [$Wm^{-1}K^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]
1	spádový klín z EPS - v nejnižším bodě	0,05	0,035	0,039	1,30
2	EPS	0,14	0,035	0,039	3,64
3	železobeton	0,16	-	1,43	0,11
4	omítka vnitřní vápenná	0,01	-	0,88	0,01
	Σ	0,38		3,72	5,07

Tab. 17: Posouzení skladby ploché střechy

R_{si} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_{se} [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_i [$m^{-2}KW^{-1}$]	R_T [$m^{-2}KW^{-1}$]	U [$Wm^{-2}K^{-1}$]	$U_{N,20}$ [$Wm^{-2}K^{-1}$]	Posouzení $U \leq U_{N,20}$
0,10	0,04	5,07	5,21	0,19	0,24	vyhovuje

B.3 ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY

Protokol k energetickému štítku obálky budovy

(zpracován dle ČSN 73 0540 [4])

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Bytový dům Nový Jičín					**Hodnocení obálky budovy**	
Celková podlahová plocha A_c = 2006,77 m^2					**stávající**	**doporučení**
Cl Velmi úsporná 0,5 0,75 1,0 1,5 2,0 2,5 Mimořádně nehospodárná					**0,63**	
Klasifikace					**B**	
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy U_{em} [W.m^{-2}.K^{-1}]					**0,26**	-
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ [W.m^{-2}.K^{-1}]					**0,41**	-
Cl	0,50	0,75	1,0	1,50	2,0	2,50
U_{em}	**0,21**	**0,31**	**0,41**	**0,62**	**0,82**	**1,03**
Platnost do:				Vypracoval: Petr Mikoláš		

Identifikační údaje

Druh stavby	bytový dům
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Nový Jičín, Poděbradova 12, 741 01
Katastrální území a katastrální číslo	Nový Jičín-Dolní Předměstí [707465]
Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník	Společenství vlastníků bytových jednotek
Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ)	Nový Jičín, Poděbradova 12, 741 01
Telefon / E-mail	petr-mikolas@seznam.cz

Údaje o stavbě

Objem budovy ***V*** - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	6506,3	m^3
Celková plocha ***A*** - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	2567,52	m^2
Geometrická charakteristika budovy ***A*** / ***V***	0,39	m^2/m^3
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\mathbf{q}_{im}$	20	°C
Vnější návrhová teplota v zimním období $\boldsymbol{q}_e$	-15	°C

Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy

Hranice klasifikačních tříd	Popis klasifikační třídy	Klasifikační ukazatel *CI* pro hranice klasifikačních tříd	$\boldsymbol{U}_{em}$ [W/(m²·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
			Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	Velmi úsporná	**0,50**	0,5. $U_{em,N}$	**0,21**
B	Úsporná	**0,75**	0,75. $U_{em,N}$	**0,31**
C	Vyhovující	**1,0**	1. $U_{em,N}$	**0,41**
D	Nevyhovující	**1,5**	1.5. $U_{em,N}$	**0,62**
E	Nehospodárná	**2,0**	2. $U_{em,N}$	**0,82**
F	Velmi nehospodárná	**2,5**	2,5. $U_{em,N}$	**1,03**
G	Mimořádně nehospodárna	**> 2,5**	> 2,5. $U_{em,N}$	**-**

Konstrukce	Referenční budova				Hodnocená budova			
	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukčn í činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukčn í činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	$U_{N,20}$	b	H_T	A	U_i	b	H_T
	[m^2]	[W.m^{-2}.K^{-1})]	[-]	[W.K^{-1}]	[m^2]	[W.m^{-2}.K^{-1})]	[-]	[W.K^{-1}]
JV strana								
SO1	556,06	0,30	1,00	166,82	556,06	0,21	1,00	116,77
O1	69,60	1,50	1,00	104,40	69,60	1,50	1,00	104,40
O4	4,00	1,50	1,00	6,00	4,00	1,50	1,00	6,00
D5	4,24	3,50	1,00	14,84	4,24	3,50	1,00	14,84
D6	12,72	3,50	1,00	44,52	12,72	3,50	1,00	44,52
SZ strana								
SO1	480,22	0,30	1,00	144,07	480,22		1,00	0,00
O1	34,80	1,50	1,00	52,20	34,80	1,50	1,00	52,20
O2	28,80	1,50	1,00	43,20	28,80	1,50	1,00	43,20
O3	17,60	1,50	1,00	26,40	17,60	1,50	1,00	26,40
O4	6,00	1,50	1,00	9,00	6,00			
D4	37,28	3,50	1,00	130,48	37,28	3,50	1,00	130,48
SV strana								
SO1	173,40	0,30	1,00	52,02	173,40	0,21	1,00	36,41
JZ strana								
SO1	173,40	0,30	1,00	52,02	173,40	0,21	1,00	36,41
PDL - 1NP	489,70	0,60	0,29	85,21	489,70	0,29	0,29	41,18
SCH	489,70	0,24	1,00	117,53	489,70	0,19	1,00	93,04
Celkem	**2567,52**			**1033,70**				**739,87**
Tepelné vazby		**0,02**		**51,3504**		**0,02**		**0**
Celkem H_T				**1085,05**				**739,87**

Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tab. 5	max(0,37; 0,41)	požadovaná hodnota: **0,41**	Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 (598,74/2322,06) = **0,26**	**Vyhovuje**
Doporučená hodnota	75 % z požadované hodnoty	doporučená hodnota: **0,28**		**Vyhovuje**
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C: 0,26/0,41=**0,63**			Třída: **B**	

B.4 VÝPOČET TEPELNÉHO VÝKONU

Provedl jsem výpočet tepelné ztráty pro jednotlivé místnosti dle ČSN EN 12 831 [5]. Návrhovou tepelnou ztrátu místnotstí, které se nachází uvnitř dispozice bytu (chodba a WC) jsem rozpočítal mezi přilehlé obytné místnosti, čímž bude tato ztráta plně pokryta v důsledku větších výkonu otopných těles.

Pro výpočet tepelných ztrát jsem uvažoval tyto parametry:

- výpočtová teplota venkovního vzduchu		t_e	-15 °C
- výpočtová vnitřní teplota	- koupelna	t_i	24 °C
	- obývací pokoj, kuchyň	t_i	20 °C
	- pokoj, ložnice	t_i	20 °C
	- chodba	t_i	20 °C
	- technická místnost	t_i	18 °C
	- schodiště, sklepní prostory	t_i	10 °C

B.4.1 POUŽITÉ VÝPOČTOVÉ VZTAHY

Celková návrhová tepelná ztráta

$$\phi_i = \phi_{T,i} + \phi_{V,i} \quad [W]$$

kde $\phi_{T,i}$ - návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru [W]
$\phi_{V,i}$ - návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru [W]

Návrhová tepelná ztráta prostupem tepla vytápěného prostoru

$$\phi_{T,i} = \left(H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}\right) * (\theta_i - \theta_e) \quad [W]$$

kde $H_{T,ie}$ - součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkvního prostředí pláštěm budovy [W/K]
$H_{T,iue}$ - součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do nevytápěných prostor [W/K]
$H_{T,ig}$ - součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do zeminy [W/K]
$H_{T,ij}$ - součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do prostoru vytápěného na jinou teplotu [W/K]
θ_i - výpočtová vnitřní teplota interiéru [°C]
θ_e - výpočtová venkovní teplota venkovního prostředí [°C]

Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do venkvního prostředí pláštěm budovy

$$H_{T,ie} = \Sigma(A_k * U_{kc} * e_k) \ \ [W.K^{-1}]$$

kde A_k - plocha konstrukce [m^2]

U_{kc} - součinitel prostupu tepla konstrukce vč. přirážky na vliv tepelných mostů [W.m^{-2}.K^{-1}]

- pro výpočet uvažuji navýšení součinitele prostupu tepla o ΔU=0,02 W.m^{-2}.K^{-1}

e_k - korekční činitel vystavení povětrnostním vlivům při uvažování klimatických vlivů = 1,0

Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do nevytápěných prostor

$$H_{T,ie} = \Sigma(A_k * U_{kc} * b_u) \ [W.K^{-1}]$$

kde b_u - redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní výpočtové teploty

$$b_u = \frac{\theta_i - \theta_u}{\theta_i - \theta_e} \quad [-]$$

θ_u – teplota nevytápěného prostoru [°C]

Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do zeminy

$$H_{T,ig} = f_{g1} * f_{g2} * \left(\Sigma A_k * U_{equiv,k}\right) * G_w \ \ [W.K^{-1}]$$

kde f_{g1} - korekční činitel zohledňující vliv ročních změn venkovní teploty = 1,45

f_{g2} - teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční průměrnou a venkovní výpočtovou teplotou

$$f_{g2} = \frac{\theta_i - \theta_{m,e}}{\theta_i - \theta_e} \ [-]$$

$\theta_{m,e}$ - teplota zeminy [°C]

$U_{equiv,k}$- ekvivalentní součinitel prostupu tepla konstrukce přilehlé k zemině [W.m^{-2}.K^{-1}]

- stanoví se podle hodnoty charakteristického parametru B´

$$B' = \frac{A_g}{0{,}5 * P} \quad [m]$$

A_g - plocha podlahové konstrukce ve styku se zeminou [m^2]
P - obvod budovy nebo uvažované části [m]
G_w - korekční činitel zohledňující vliv spodní vody, uvažuje se, pokud je vodní hladina spodní vody ve vzdálenosti méně jak 1 m od podlahy podzemního podlaží

Součinitel tepelné ztráty prostupem z vytápěného prostoru do prostoru vytápěného na jinou teplotu

$$H_{T,ij} = \Sigma(f_{ij} * A_k * U_{kc}) \quad [W.K^{-1}]$$

kde f_{ij} - redukční teplotní činitel zohledňující rozdíl mezi teplotou sousedního prostoru a venkovní výpočtové teploty

Návrhová tepelná ztráta větráním vytápěného prostoru

$$\phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_i - \theta_e) \quad [W]$$

kde $H_{V,i}$ - součinitel tepelné ztráty větráním [W.K^{-1}]

Součinitel tepelné ztráty větráním

$$H_{V,i} = c * \rho * V_i = 0{,}34 * \dot{V}_i \quad [W.K^{-1}]$$

kde c – měrná tepelná kapacita vzduchu při výpočtové teplotě interiéru [kJ.kg^{-1}.K^{-1}]
ρ - hustota vzduchu při výpočtové teplotě interiéru [kg.m^{-3}]
$\dot{V}_i$ - výměna vzduchu ve vytápěnem protoru [m^3.s^{-1}], při zjednodušení [m^{3}h^{-1}]

Hygienické množství vzduchu

$$\dot{V}_{min,i} = n_{min} * V_i \quad [m^3]$$

kde n_{min} - minimální intenzita výměny vzduchu za hodinu
V_i - objem vytápěné místnosti [m^3]

Infiltrace obvodovým pláštěm budovy

$$\dot{V}_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \varepsilon_i \quad [m^3]$$

kde n_{50} - intenzita výměny vzduchu za hodinu při rozdílu tlaků 50 Pa mezi

vnějším a vnitřním prostředím

e_i - stínící součinitel, závisí na poloze stavby a počtu oken

ε_i - výškový korekční činitel zohledňující zvýšení rychlosti proudění vzduchu s výškou nad terénem

Přirozené větrání

Uvažuje se v případě, že není instalována větrací soustava.

$$\dot{V}_i = \max\left(\dot{V}_{min,i}; \dot{V}_{inf,i}\right) \quad [m^3]$$

Nucené větrání

Uvažuje se v případě, že je instalována větrací soustava.

$$\dot{V}_i = \max\left(\dot{V}_{inf,i} + \dot{V}_{su,i} * f_{vi} + \dot{V}_{mech,inf,i}\right) \quad [m^3]$$

kde $\dot{V}_{su,i}$ - množství přiváděného vzduchu do vytápěné místnosti [$m^3.h^{-1}$]

$\dot{V}_{mech,inf,i}$ - rozdíl mezi nucené přiváděným a odváděným množstvím vzduchu z vytápěné místnosti [$m^3.h^{-1}$]

f_{vi} - teplotní redukční činitel zohledňující rozdíl mezi roční teplotou přiváděného vzduchu θ_{SU} a venkovní výpočtovou teplotou, výpočet analogicky jako f_{ij}

B.4.2 UKÁZKA VÝPOČTU

Pro ukázku výpočtu uvádím vyplněný formulář pro místnost č. 101 a 127. Kompletní obsah výpočtu pro jednotlivé místnosti je uveden v příloze P1.

Tab. 18: Výpočet tepelné ztráty místnosti 101, 127.

Místnost 101, 127 - kuchyň

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m^2]	U_k [$Wm^{-2}K^{-1}$]	$_{\Delta}U$ [$Wm^{-2}K^{-1}$]	U_{kc} [$Wm^{-2}K^{-1}$]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	11,51	0,21	0,02	0,23	1,00	2,59
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
				$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k =$			**5,86**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	7,78	0,75	0,02	0,21	0,29	0,46
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	2,96	2,77	0,02	2,77	0,29	2,34
PDL	podlaha nad suterénem	11,88	0,29	0,02	0,29	0,29	12,46
				$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =			**15,25**
SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	5,36	2,77			-0,11	-1,69
				$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =			**-1,69**
CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM				$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$		19,42	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM				**$\Phi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**		**679,67**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A	Světlá výška h_i	Objem místnosti V_i	Hygienické požadavky		Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$
[m²]	[m]	[m³]	n [h⁻¹]	$V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]						[m³.h⁻¹]
11,88	2,75	32,67	1,50	49,01	1,00	4,50	0,02	1,00	5,88	49,01
CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM						$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$			16,66	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM						**$\Phi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**			**583,16**	**[W]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA						**$\Phi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$**			**1262,83**	**[W]**

B.4.3 CELKOVÁ NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA OBJEKTU

Výsledky výpočtu návrhové tepelné ztráty místností jednotlivých bytů a kotelny jsem shrnul v následující tabulce.

Tab. 19: Celková tepelná ztráta jednotlivých bytů

BYT	Návrhová tepelná ztráta prostupem [W]	Návrhová tepelná ztráta větráním [W]	Návrhová tepelná ztráta [W]
1	5530,37	2198,49	7728,86
2	5024,32	2024,59	7048,91
3	5024,34	2024,59	7048,93
4	5530,39	2198,49	7728,88
5	1865,86	2198,49	4064,35
6	1827,27	2024,59	3851,86
7	1827,27	2024,59	3851,86
8	1865,86	2198,49	4064,35
9	1865,86	2198,49	4064,35

10	1827,27	2024,59	3851,86
11	1827,27	2024,59	3851,86
12	1865,86	2198,49	4064,35
13	5683,79	2197,51	7881,31
14	4310,02	2023,61	6333,63
15	4310,02	2023,61	6333,63
16	5683,79	2197,51	7881,31
K	1964,13	2207,23	4171,36
Σ	57833,69	35987,99	**93821,69**

B.5 NÁVRH OTOPNÝCH TĚLES

Pro vytápění místnotní navrhuji desková otopná tělesa se spodním přopojením KORADO RADIK VK. V koupelnách budou osazena trubková otopná tělesa s oboustranným přopojením KORADO KORALUX LINEAR MAX.

Výrobce uvádí výkony jednotlivcýh typů otopných těles pro teplotní spád topné vody 75/65 °C. Protože navrhuji systém s nízkoteplotním vytápěním, výkon těchto těles jsem přepočítal pro navržený teplotní spád 55/45 °C.

Desková otopná tělesa budou na potrubí připojena pomocí regulačního H šroubení, které lze použít i pro uzavření porubí a odstavení tělesa. Dále mají tyto otopná tělesa integrovaný termostatický ventil s možností regulace průtoku v osmi stupních nastavení zdvihu kuželky ventilu. Koupelnová otopná tělesa budou přopjena přímým termostatickým ventilem v koupelnovém provedeni na přívodním potrubí. Na vratném potrubí bude na výstupu z otopného tělesa osazeno přímé regulační šroubení, také v koupelnovém provedení.
Otopná tělesa budou osazena termostatickými hlavicemi.

Značení deskových otopných těles

VK 33 – 600/1400

- 1400 → délka v mm
- 600 → výška v mm
- 3 → počet přídavných ploch
- 3 → počet desek
- VK → typ připojení otopného tělesa
  - VK = ventil kompakt – pravé spodní přopojení
  - VKL= ventil kompakt – levé spodní přopojení

Obr. 20: KORADO Radik VK [37]

Obr. 21: KORADO Radik VKL [37]

Obr. 22: KORADO KORALUX LINEAR MAX [38]

B.5.1 POUŽITÉ VÝPOČTOVÉ VZTAHY

Přepočet výkonu otopného tělesa pro návrhový teplotní spád

Rozdílový ukazatel

$$c = \frac{(t_{w2} - t_i)}{(t_{w1} - t_i)}$$

kde t_{w2} - teplota vratné vody [°C]
t_{w1} - teplota přívodní vodní [°C]

Výkon otopného tělesa

$$Q_T = Q_n * \left(\frac{\Delta t}{\Delta t_n}\right)^n \quad [W] \quad ; pro\ c \geq 0{,}7$$

$$Q_T = Q_n * \left(\frac{\Delta t_{ln}}{\Delta t_{ln,n}}\right)^n \quad [W] \ ; pro\ c < 0{,}7$$

kde Q_n - výkon tělesa pro teplotní spád udávaný výrobcem [W]
Δt - rozdíl teplot přívodní a vratné vody pro teplotní spád udávaný výrobcem [°C]
Δt_n - rozdíl teplot přívodní a vratné vody pro teplotní spád [°C]
Δt_{ln} - rozdíl teplot přívodní a vratné vody pro teplotní spád udávaný výrobcem [°C]
$\Delta t_{ln,n}$ - rozdíl teplot přívodní a vratné vody pro teplotní spád [°C]
n - teplotní exponent, pro desková otopná tělesa = 1,26 – 1,33; pro trubková otopná tělesa = 1,20 – 1,30

Teplotní rozdíl topné vody

$$\Delta t = \frac{(t_{w1} + t_{w2})}{2} - t_i \ \ [K]$$

$$\Delta t_{ln} = \frac{(t_{w1} + t_{w2})}{ln\left[\frac{(t_{w1} - t_i)}{(t_{w2} - t_i)}\right]} \quad [K]$$

kde t_{w2} - teplota vratné vody [°C]

t_{w1} - teplota přívodní vodní [°C]

Skutečný výkon otopného tělesa

$$Q_{T,skut} = Q_T * \varphi * z_1 * z_2 * z_3 \quad [W]$$

kde Q_T - přepočítaný výkon otopného tělesa pro návrhový teplotní spád [W]

φ - součinitel zohledňující způsob připojení otopného tělsa

z_1 - součinitel na osazení otopného tělesa

z_2 - součinitel na počet článků (pro článková otopná tělesa)

z_3 - součinitel zohledňující umístění otopného tělesa v místnosti

B.5.2 NAVRŽENÁ OTOPNÁ TĚLESA

Tab. 20: Návrh otopných těles

BYT	č.m.	Název místnosti	θ_i [°C]	Návrhová tepelná ztráta [W]	**typ otopného tělesa**	výkon OT [W] **55/45**	z_1	z_2	z_3	φ	**Skutečný výkon OT [W]**
1. NP											
1	101	kuchyň	20	1440,80	**VK 33 - 600 / 1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	102	pokoj	20	1542,46	**VKL 33 - 600 / 1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	103	obývací pokoj	20	2445,79	**VKL 33 - 700 / 1800**	2523	0,98	1	1	1	**2472**
	105	ložnice	20	1647,30	**VKL 33 - 600 / 1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	108	koupelna	24	652,51	**KLM 1500 / 750**	477	1	1	0,95	1	**453**
2	110	kuchyň	20	1596,13	**VKL 33 - 600 / 1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	111	pokoj	20	1462,35	**VK 33 - 600 / 1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	112	obývací pokoj	20	2003,21	**VK 33 - 700 / 1800**	2523	0,98	1	1	1	**2472**
	114	ložnice	20	1241,70	**VK 22 - 700 / 1400**	1367	0,98	1	1	1	**1340**
	117	koupelna	24	745,52	**KLM 1500 / 750**	477	1	1	0,95	1	**453**
3	118	kuchyň	20	1596,13	**VK 33 - 600 / 1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	119	pokoj	20	1462,35	**VKL 33 - 600 / 1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	120	obývací pokoj	20	2003,22	**VKL 33 - 700 / 1800**	2523	0,98	1	1	1	**2472**
	122	ložnice	20	1241,71	**VKL 22 - 700 / 1400**	1367	0,98	1	1	1	**1340**
	125	koupelna	24	745,52	**KLM 1500 / 750**	477	1	1	0,95	1	**453**
4	127	kuchyň	20	1440,81	**VKL 33 - 600 / 1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	128	pokoj	20	1542,46	**VK 33 - 600 / 1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	129	obývací pokoj	20	2445,80	**VK 33 - 700 / 1800**	2523	0,98	1	1	1	**2472**

	131	ložnice	20	1647,30	**VK**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	134	koupelna	24	652,51	**KLM**			**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
2. NP																
5	201	kuchyň	20	891,34	**VK**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	202	pokoj	20	708,44	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	203	obývací pokoj	20	1233,78	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1800**	1343	0,98	1	1	1	**1317**
	205	ložnice	20	731,39	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	208	koupelna	24	499,40	**KLM**			**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
6	210	kuchyň	20	1015,78	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	211	pokoj	20	646,10	**VK**	**20**	**-**	**700**	**/**	**1400**	805	0,98	1	1	1	**789**
	212	obývací pokoj	20	1075,31	**VK**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1800**	1343	0,98	1	1	1	**1317**
	214	ložnice	20	544,10	**VK**	**20**	**-**	**700**	**/**	**1400**	805	0,98	1	1	1	**789**
	217	koupelna	24	570,57	**KLM**			**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
7	218	kuchyň	20	1015,78	**VK**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	219	pokoj	20	646,10	**VKL**	**21**	**-**	**600**	**/**	**1400**	928	1	1	1	1	**928**
	220	obývací pokoj	20	1075,31	**VKL**	**21**	**-**	**600**	**/**	**1800**	1193	1	1	1	1	**1193**
	222	ložnice	20	544,10	**VKL**	**21**	**-**	**600**	**/**	**1400**	928	1	1	1	1	**928**
	225	koupelna	24	570,57	**KLM**			**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
8	227	kuchyň	20	891,34	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	228	pokoj	20	708,44	**VK**	**20**	**-**	**700**	**/**	**1400**	805	0,98	1	1	1	**789**
	229	obývací pokoj	20	1233,78	**VK**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1800**	1343	0,98	1	1	1	**1317**
	231	ložnice	20	731,39	**VK**	**20**	**-**	**700**	**/**	**1400**	805	0,98	1	1	1	**789**
	234	koupelna	24	499,40	**KLM**			**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
3. NP																
9	301	kuchyň	20	891,34	**VK**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	302	pokoj	20	708,44	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	303	obývací pokoj	20	1233,78	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1800**	1343	0,98	1	1	1	**1317**
	305	ložnice	20	731,39	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	308	koupelna	24	499,40	**KLM**			**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
10	310	kuchyň	20	1015,78	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	311	pokoj	20	646,10	**VK**	**20**	**-**	**700**	**/**	**1400**	805	0,98	1	1	1	**789**
	312	obývací pokoj	20	1075,31	**VK**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1800**	1343	0,98	1	1	1	**1317**
	314	ložnice	20	544,10	**VK**	**20**	**-**	**700**	**/**	**1400**	805	0,98	1	1	1	**789**
	317	koupelna	24	570,57	**KLM**			**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
11	318	kuchyň	20	1015,78	**VK**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	319	pokoj	20	646,10	**VKL**	**21**	**-**	**600**	**/**	**1400**	928	1	1	1	1	**928**
	320	obývací pokoj	20	1075,31	**VKL**	**21**	**-**	**600**	**/**	**1800**	1193	1	1	1	1	**1193**
	322	ložnice	20	544,10	**VKL**	**21**	**-**	**600**	**/**	**1400**	928	1	1	1	1	**928**
	325	koupelna	24	570,57	**KLM**			**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
12	327	kuchyň	20	891,34	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1045	0,98	1	1	1	**1024**
	328	pokoj	20	708,44	**VK**	**20**	**-**	**700**	**/**	**1400**	805	0,98	1	1	1	**789**
	329	obývací pokoj	20	1233,78	**VK**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1800**	1343	0,98	1	1	1	**1317**
	331	ložnice	20	731,39	**VK**	**20**	**-**	**700**	**/**	**1400**	805	0,98	1	1	1	**789**
	334	koupelna	24	499,40	**KLM**			**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
4. NP																
13	401	kuchyň	20	1473,43	**VK**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	402	pokoj	20	1574,38	**VKL**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	403	obývací pokoj	20	2477,72	**VKL**	**33**	**-**	**700**	**/**	**1800**	2523	0,98	1	1	1	**2472**
	405	ložnice	20	1679,23	**VKL**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**

	408	koupelna	24	676,54	**KLM**		**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
14	410	kuchyň	20	1593,06	**VKL**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	411	pokoj	20	1494,28	**VK**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	412	obývací pokoj	20	1203,11	**VK**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1800**	1343	0,98	1	1	1	**1317**
	414	ložnice	20	1273,63	**VK**	**22**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1367	0,98	1	1	1	**1340**
	417	koupelna	24	769,55	**KLM**		**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
15	418	kuchyň	20	1593,06	**VK**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	419	pokoj	20	1494,28	**VKL**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	420	obývací pokoj	20	1203,11	**VKL**	**21**	**-**	**700**	**/**	**1800**	1343	0,98	1	1	1	**1317**
	422	ložnice	20	1273,63	**VKL**	**22**	**-**	**700**	**/**	**1400**	1367	0,98	1	1	1	**1340**
	425	koupelna	24	769,55	**KLM**		**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
16	427	kuchyň	20	1473,43	**VKL**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	428	pokoj	20	1574,38	**VK**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	429	obývací pokoj	20	2477,72	**VK**	**33**	**-**	**700**	**/**	**1800**	2523	0,98	1	1	1	**2472**
	431	ložnice	20	1679,23	**VK**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1400**	1734	1	1	1	1	**1734**
	434	koupelna	24	676,54	**KLM**		**1500**	**/**	**750**	477	1	1	0,95	1	**453**
Technická místnost															
	S18	kotelna	18	2085,68	**VK**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1800**	2304	1	1	0,9	1	**2074**
				2085,68	**VKL**	**33**	**-**	**600**	**/**	**1800**	2304	1	1	0,95	1	**2189**

B.6 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY

Příprava teplé vody v zimním období zajištěna tepelnými čerpadly. V letním období bude využit solární systém se solárními kolektory. Pro stanovení potřeby tepla pro ohřev teplé vody jsem zvolil zásobníkový ohřev a při výpočtu jsem postupoval podle ČSN 06 0320 [6]. Pro návrh dodávky tepla jsem do gravu odběru vynesl i časové pásma tzv. nízkého (levného) a vysokého (drahého) tarifu dodávky elektrické energie pro odběr s tepelným čerpadlem. V době od 9^{00} do 13^{00} bude dodávka tepla umožněna z předehřevu TV.

Denní spotřeba teplé vody	V_{p2}	82 l/osoba
Počet osob	n	64
Teplota studené vody	t_s	10 °C
Teplota teplé vody	t_t	50 °C
Teplota topné vody – přívod	t_{w1}	55 °C
Teplota topné vody – vrat	t_{w2}	45 °C

Celková spotřeba teplé vody

$$V = V_{p2} * n = 82 * 64 = 5248\ l/den\ = 5{,}25 m^3/den$$

Potřeba tepla pro ohřev TV

- teoretické teplo odebrané z ohřívače

$$Q_{2t} = c * V * (t_t - t_s) = 1{,}163 * 5{,}25 * (50 - 10) = 244{,}23\ kWh/den$$

- ztráty tepla při ohřevu a distribuci TV

$$Q_{2z} = Q_{2t} * z = 244{,}23 * 0{,}5 = 122{,}15\ kWh/den$$

kde z – součinitel zohledňující ztráty tepla při ohřevu a distribuci v rozvodech TV a cirkulaci

- celková potřeba tepla pro ohřev TV

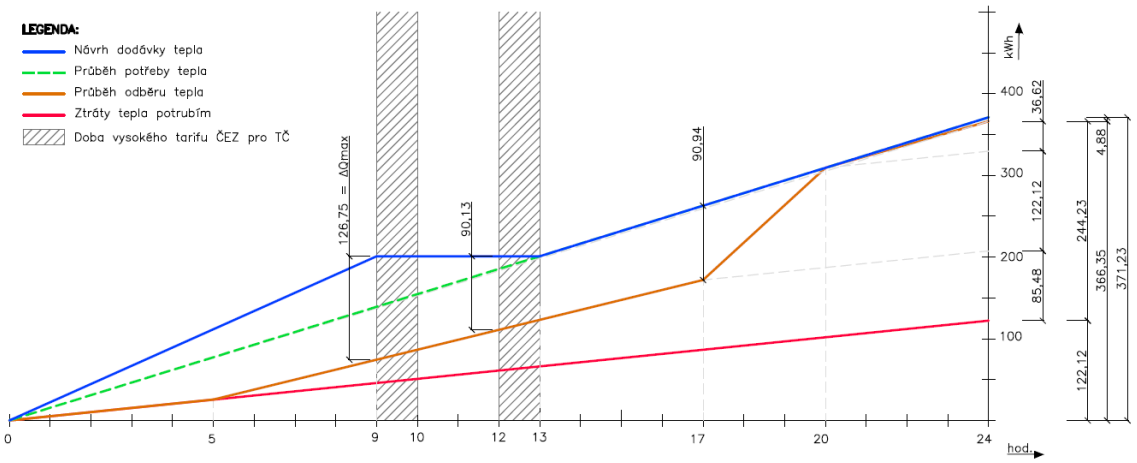
$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z} = 244{,}23 + 122{,}15 = 366{,}35\ kWh/den$$

Časové rozložení odběru TV

čas odběru [hod]	procento odběru	odebrané teplo [kWh/den]	ztráta tepla [kWh/den]	celková potřeba tepla [kWh/den]
5 - 17	35%	85,48	42,74	128,22
17 - 20	50%	122,12	61,06	183,17
20 - 24	15%	36,63	18,32	54,95
Σ	100%	244,23	122,12	366,35

Tab. 21: Časové rozložení odběru teplé vody

Návrh dodávky tepla pro ohřev TV



Obr. 23: Graf denní potřeby a dodávky tepla

Objem zásobníku TV

$$V_z = \frac{\Delta Q_{max}}{c * (t_t - t_s)} = \frac{126{,}75}{1{,}163 * (50 - 10)} = 2{,}71\ m^3 = 2710\ l$$

Jmenovitý výkon ohřevu

- pokrytí dodávky tepla po dobu 20 hodin

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{\tau} = \frac{371{,}23}{20} = 18{,}6\ kW$$

- předehřev pro pokrytí časových pásem vysokého tarifu dodávky el. energie

$$Q_{1n} = \frac{Q_1}{\tau} = \frac{201}{9} = 22{,}33\ kW \rightarrow \text{výkon ohřevu}$$

Navrhuji 4x zásobník STIEBEL-ELTRON SBB 800 WP SOL

4x 741 l = 2964 l > 2710 l => vyhovuje

Technické parametry výrobce

		SBB 600 WP SOL	SBB 800 WP SOL
		235906	235907
Údaje o hydraulickém systému			
Jmenovitý objem	l	565	741
Objem - výměník nahoře	l	48	51,5
Objem - výměník dole	l	16	21,5
Plocha - výměník nahoře	m²	5,7	6,2
Plocha - výměník dole	m²	2,0	2,6
Tlakové ztráty při 1,0 m³/h - tepelný výměník nahoře	hPa	3,6	3,9
Tlakové ztráty při 1,0 m³/h - tepelný výměník dole	hPa	2,4	3,2
Meze použitelnosti			
Max. dovolený tlak	MPa	1	1
Zkušební tlak	MPa	1,5	1,5
Maximální dovolená teplota	°C	95	95
Max. průtok	l/min.	70	90
Max. doporučená aperturní plocha kolektoru	m²	12	14
Rozměry			
Výška	mm	1775	1943
Průměr	mm	750	790
Průměr s tepelnou izolací	mm	970	1010
Transportní výška	mm	1813	1990
Hmotnosti			
Vlastní hmotnost	kg	244	296
Hmotnost při naplnění	kg	883	1139

Tab. 22: Technické parametry zásobníku teplé vody STIEBEL-ELTRON SBB 800 WP SOL [39]

B.7 PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY SOLÁRNÍMI KOLEKTORY

Pro návrh a bilanci solárního systému jsem vycházel z metodiky TNI 73 0302 [10]. Byly použity klimatické údaje dle TNI 73 0331[12].

B.7.1 POUŽITÉ VÝPOČTOVÉ VZTAHY

Účinnost kolektorů

$$\eta_k = \eta_o - a_1 * \frac{t_m - t_{es}}{G_{T,m}} - a_2 * \frac{(t_m - t_{es})^2}{G_{T,m}} \quad [-]$$

kde η_o - optická účinnost kolektoru udávaná výrobcem [-]

a_1 - lineární součinitel tepelné ztráty udávaný výrobcem [W.m^{-2}.K^{-1}]

a_2 - kvadratický součinitel tepelné ztráty udávaný výrobcem [W.m^{-2}.K^{-1}]

t_m - střední teplota teplonosné látky [°C]

t_{es} - střední venkovní teplota v době slunečního svitu [°C]

$G_{T,m}$ - střední intenzita slunečního záření [W.m^{-2}]

Denní měrný tepelný zisk

$$q_k = \eta_k * H_{T,d} \quad [kWh.m^{-2}.den^{-1}]$$

kde η_k - účinnost kolektoru [-]

$H_{T,d}$ - denní dávka tepla na plochu kolektoru [kWh.m^{-2}.den^{-1}]

Aperturní (solárně účinná) plocha kolektoru

$$A_k = \frac{(1+p) * Q_{TV,den}}{q_k} \quad [m^2]$$

kde p - srážka tepelných zisků vlivem tepelných ztát podle typu solární soustavy

$Q_{TV,den}$ - denní potřeba energie pro přípravu teplé vody [kWh.den^{-1}]

q_k - denní měrný tepelný zisk [kWh.m^{-2}.den^{-1}]

Počet kolektorů

$$P_k = \frac{A_k}{A_a} \quad [ks]$$

kde A_k - vypočítaná aperturní plocha kolektoru [m^2]

A_a - aperturní plocha kolektoru udávaná výrobcem [m^2]

Návrhová plocha kolektorů

$$A_{k,skut} = P_{k,skut} * A_a \quad [m^2]$$

kde $P_{k,skut}$ - navrhovaný počet kolektorů

Měsíční potřeba tepla pro ohřev TV

$$Q_{p,c} = Q_{TV,den} * d_M \quad [kWh.měsíc^{-1}]$$

kde $Q_{TV,den}$ - denní potřeba energie pro přípravu teplé vody [kWh.den^{-1}]

d_M - počet dní v měsíci

Roční potřeba tepla pro ohřev TV

$$Q_{p,c,a} = Q_{p,c} * 365 \quad [kWh.rok^{-1}]$$

kde $Q_{p,c}$ - měsíční potřeba tepla pro ohřev TV [kWh.měsíc^{-1}]

Měsíční teoretický využitelný zisk kolektorové plochy

$$Q_{k,u} = 0{,}9 * \eta_k * d_M * H_{T,d} * A_{k,skut} * (1 - p) \quad [kWh.měsíc^{-1}]$$

kde 0,9 - zohlednění výkyvů klimatických podmínek

η_k - účinnost solárního kolektoru, přepočítaná podle teploty teplonosné látky [-]

d_M - počet dní v měsíci

$H_{T,d}$ - denní dávka tepla na plochu kolektoru [kWh.m^{-2}.den^{-1}]

$A_{k,skut}$ - navrhovaná aperturní plocha kolektoru [m^2]

p - srážka tepelných zisků vlivem tepelných ztát, přepočítaná pro navrženou aperturní plochu

Střední teplota teplonosné látky

$$t_{m,s} = 25 + 11000 * \frac{A_{k,skut}}{Q_{p,c,a}} \quad [°C]$$

kde $A_{k,skut}$ - navrhovaná aperturní plocha kolektoru [m^2]
$Q_{p,c,a}$ - roční potřeba tepla pro ohřev TV

Účinnost kolektorů

$$\eta_k = \eta_o - a_1 * \frac{t_{m,s} - t_{es}}{G_{T,m}} - a_2 * \frac{\left(t_{m,s} - t_{es}\right)^2}{G_{T,m}} \quad [-]$$

kde η_o - optická účinnost kolektoru udávaná výrobcem [-]
a_1 - lineární součinitel tepelné ztráty udávaný výrobcem [W.m^{-2}.K^{-1}]
a_2 - kvadratický součinitel tepelné ztráty udávaný výrobcem [W.m^{-2}.K^{-1}]
t_m - střední teplota teplonosné látky [°C]
t_{es} - střední venkovní teplota v době slunečního svitu [°C]
$G_{T,m}$ - střední intenzita slunečního záření [W.m^{-2}]

Srážka tepelných zisků vlivem tepelných ztát

$$p = \frac{0{,}26}{A_{k,skut}} + 100 * \frac{A_{k,skut}}{Q_{p,c,a}}$$

kde $A_{k,skut}$ - navrhovaná aperturní plocha kolektoru [m^2]
$Q_{p,c,a}$ - roční potřeba tepla pro ohřev TV

Roční teoretický využitelný zisk kolektorové plochy

$$Q_{k,u,a} = \sum Q_{k,u} \quad [kWh.rok^{-1}]$$

kde $Q_{k,u}$ - měsíční teoretický využitelný zisk kolektorové plochy [kWh.měsíc^{-1}]

Měsíční využitelné zisky solární soustavou

$$Q_{ss,u} = \min(Q_{k,u}; Q_{p,c}) \quad [kWh.měsíc^{-1}]$$

kde $Q_{k,u}$ - měsíční teoretický využitelný zisk kolektorové plochy [kWh.měsíc^{-1}]
$Q_{p,c}$ - měsíční potřeba tepla pro ohřev TV [kWh.měsíc^{-1}]

Roční využitelné zisky solární soustavou

$$Q_{ss,u,a} = \sum Q_{ss,u} \quad [kWh.rok^{-1}]$$

kde $Q_{ss,u}$ - měsíční využitelné zisky solární soustavou [kWh.měsíc^{-1}]

Celkové měrné využitelné zisky solární soustavou

$$q_{ss,u} = \frac{Q_{ss,u,a}}{A_{k,skut}} \quad [kWh.m^{-2}.rok^{-1}]$$

kde $Q_{ss,u,a}$ - roční využitelné zisky solární soustavou [kWh.rok^{-1}]
$A_{k,skut}$ - navrhovaná aperturní plocha kolektoru [m^2]

Roční pokrytí potřeby tepla na přípravu TV

$$f = 100 * \frac{Q_{ss,u,a}}{Q_{p,c,a}} \quad [\%]$$

kde $Q_{ss,u,a}$ - roční využitelné zisky solární soustavou [kWh.rok^{-1}]
$Q_{p,c,a}$ - roční potřeba tepla pro ohřev TV

B.7.2 NÁVRH SOLÁRNÍCH KOLEKTORŮ

Návrh solárních kolektorů jsem provedl pro všechny měsíce, přičemž při návrhu pro bytový dům je rozhodující měsíc červenec.

Počet osob	n	64
Potřeba teplé vody	V_{os}	40 $l.osoba^{-1}.den^{-1}$
Teplota teplé vody	t_t	55 °C
Teplota studené vody	t_s	10 °C
Přirážka na tepelné ztráty přípravy TV (centrální Zásobníkový ohřev s řízenou cirkulací)	z	0,3

Denní spotřeba teplé vody

$$V_{TV,den} = n * V_{os} = 64 * 40 = 2{,}56\ m^3.den^{-1}$$

Denní potřeba energie pro přípravu teplé vody

$$Q_{TV,den} = (1+z) * c * V_{TV,den} * (t_t - t_s) = (1+0{,}3) * 1{,}163 * 2{,}56 * (55-10) =$$
$$= 174{,}17\ kWh.den^{-1}$$

Navrhuji solární kolektory STIEBEL ELTRON SOL27 PREMIUM S

Orientace	γ	Jih
Úhel sklonu	β	30 °
Optická účinnost	η_o	83 %
Koeficient tepelné ztráty	a_1	3,4600 $W.m^{-2}.K^{-}$
Koeficient tepelné ztráty	a_2	0,0153 $W.m^{-2}.K^{-1}$
Plocha apertury	A_a	2,40 m^2
Střední teplota teplonosné látky	t_m	40 °C
Srážka tepelných zisků vlivem tepelných ztát (plocha kolektorů 10–50 m^2)	p	0,1

Obr. 24: solární kolektory STIEBEL ELTRON SOL27 PREMIUM S [40]

Tab. 23: Návrh solárních kolektorů

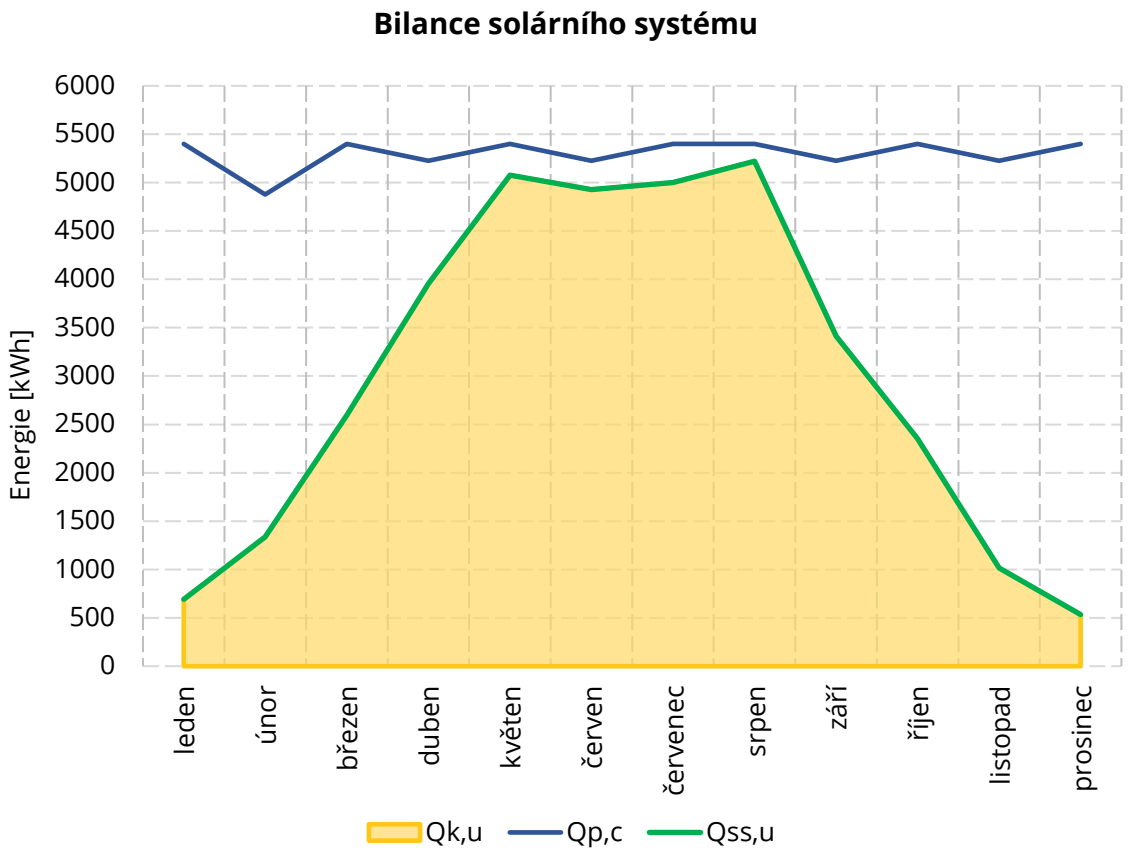
Veličina	Zn.	Jednotka	Měsíc											
			leden	únor	březen	duben	květen	červen	**červenec**	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
počet dní v měsící	d_M	[den]	31	28	31	30	31	30	**31**	31	30	31	30	31
Střední venkovní teplota teplota	t_e	[°C]	-1,3	-0,1	3,7	8,1	13,3	16,1	**18,0**	17,9	13,5	8,3	3,2	0,5
Střední teplota v době slunečního svitu	t_{es}	[°C]	1,8	2,7	6,3	10,7	16,0	18,6	**20,5**	21,1	17,1	11,7	6,4	3,6
Střední intenzita slunečního záření	$G_{T,m}$	[W/m^2]	356	434	506	529	543	546	**538**	526	501	444	369	325
Průměrná účinnost kolektoru v ref. den v měsíc	η_k	[-]	0,40	0,48	0,57	0,61	0,66	0,68	**0,69**	0,70	0,66	0,58	0,47	0,38
Denní dávka tepla na plochu kolektoru	$H_{T,d}$	[kWh/m^{2}den]	1,03	1,90	2,93	4,30	4,99	4,87	**4,70**	4,90	3,48	2,57	1,37	0,82
Denní měrný tepelný zisk	q_k	[kWh/m^2.den]	0,41	0,92	1,66	2,64	3,30	3,32	**3,26**	3,40	2,28	1,49	0,64	0,31
Aperturní plocha kolektoru	A_k	[m^2]	468,67	208,91	115,72	72,68	58,06	57,68	**58,72**	56,27	83,95	128,23	299,46	617,60
Počet kolektorů	P_k	[ks]	195,28	87,05	48,22	30,28	24,19	24,03	**24,46**	23,45	34,98	53,43	124,77	257,33
Navržený počet kolektroů	$P_{k,skut}$	**[ks]**	196,00	88,00	48,00	32,00	24,00	24,00	**24,00**	24,00	36,00	52,00	124,00	256,00
Navržený počet kolektorových bloků á 4 kol.	$P_{B,skut}$	**[ks]**	49,00	22,00	12,00	8,00	6,00	6,00	**6,00**	6,00	9,00	13,00	31,00	64,00
Navržená plocha kolektorů	$A_{k,skut}$	**[m^2]**	470,40	211,20	115,20	76,80	57,60	57,60	**57,60**	57,60	86,40	124,80	297,60	614,40

Tab. 24: Bilance solární solárního systému

Bilance solárního systému pro přípravu teplé vody TNI 73 0302														
Měsíční potřeba tepla pro ohřev TV	$Q_{p,c}$	[kWh/měsíc]	5400	4877	5400	5226	5400	5226	5400	5400	5226	5400	5226	5400
Roční potřeba tepla pro ohřev TV	$Q_{p,c,a}$	**[kWh/rok]**	**63572**											
Střední teplota absorbéru	t_m	[°C]	34,97											
Průměrná účinnost kolektoru v ref. den v měsíc	η_k	[-]	0,46	0,54	0,61	0,65	0,70	0,72	0,73	0,73	0,70	0,63	0,53	0,45
Ztraty solární soustavy	p		0,10											
Měsíční teor. Využitelný tepelný zisk A_k	$Q_{k,u}$	[kWh/měsíc]	691	1335	2594	3956	5076	4929	5000	5221	3413	2353	1016	534
Roční teor. Využitelný tepelný zisk A_k	$Q_{k,u}$	**[kWh/rok]**	**36118**											
Měsíční využitelné tepelné zisky solární soustav	$Q_{ss,u}$	[kWh/měsíc]	691	1335	2594	3956	5076	4929	5000	5221	3413	2353	1016	534
Roční využitelné tepelné zisky solární soustav	$Q_{ss,u}$	**[kWh/rok]**	**36118**											
Celkové roční využitelné zisky solární soustav	$q_{ss,u}$	**[kWh/(m^2.rok)]**	**627**											
Roční pokrytí ohřevu TV	f	**[%]**	**57**											

Podle doporučení výrobce je k navrženým zásobníkům TV možné připojit 14 m^2 aperturní plochy solárních kolektorů na jeden zásobník. Celková navržená aperturní plocha je 57,6 m^2.
4x 14 = 56 m^2 < 57,6 m^2 považuji za vyhovující.

B.7.3 BILANCE SOLÁRNÍHO SYSTÉMU



Graf 2: Bilance solárního systému

Z grafu bilance solárního systému vyplívá, že v letním období nebude docházet k přebytkům, ale naopak bude potřeba přípravu teplé vody provádět kombinovaně s provozem tepelných čerpadel.

B.8 NÁVRH ZDROJE TEPLA

Jako zdroj tepla navrhuji tepelná čerpadla vzduch-voda zapojená do kaskády. Provoz tepelných čerpadel bude v paralelně bivalentním režimu. TČ budou umístěna na střeše na instalační plošině.

Venkovní výpočtová teplota	t_e	-15 °C
Teplotní spád topné vody	t_{w1}/t_w	55/45 °C
Celková tepelná ztráta objektu	Q_z	93,82 kW
Jmenovitý výkon ohřevu TV	Q_{TV}	22,33 kW

Výkon kaskády tepelných čerpadel uvažuji na pokrytí 70% tepelnou ztrátu objektu a 100 % pokrytí ohřevu teplé vody.

Potřebný výkon zdroje tepla

$$Q_N = (0{,}70 * Q_Z) + Q_{TV} = (0{,}70 * 93{,}82) + 22{,}33 = 88{,}00\ kW$$

Navrhuji 4x tepelné čerpadlo WPL47

Výkon tepelného čerpadla je regulován v plném rozsahu elektronickým expanzním ventilem a regulačním modulem s přednastavenou ekvitermní křivkou od výrobce.

Obr. 25: tepelné čerpadlo STIEBEL.ELTRON WPL47 [41]

Technické údaje výrobce

WPL 47

WQA [°C]	Topný výkon 35 °C [kW]	45 °C [kW]	55 °C [kW]	60 °C [kW]	Příkon 35 °C [kW]	45 °C [kW]	55 °C [kW]	60 °C [kW]	Topný faktor 35 °C	45 °C	55 °C	60 °C
-20	14,40	14,60	15,40	15,80	6,60	7,70	9,20	10,00	2,20	1,90	1,70	1,60
-15	17,10	17,40	17,90	18,20	6,90	7,90	9,30	10,00	2,50	2,20	1,90	1,80
-7	22,10	22,30	22,80	23,10	7,40	8,60	10,20	11,00	3,00	2,60	2,20	2,10
2	26,50	26,00	25,40	25,10	7,50	8,70	10,50	11,40	3,50	3,00	2,40	2,20
7	27,10	26,70	26,10	25,80	7,10	8,30	9,70	10,40	3,80	3,20	2,70	2,50
10	30,50	28,90	27,30	26,50	7,10	8,40	9,80	10,50	4,30	3,40	2,80	2,50
15	32,90	31,50	30,40	29,90	7,20	8,50	10,00	10,80	4,60	3,70	3,00	2,80
20	35,00	33,60	32,30	31,70	7,40	8,50	10,20	11,10	4,70	4,00	3,20	2,90

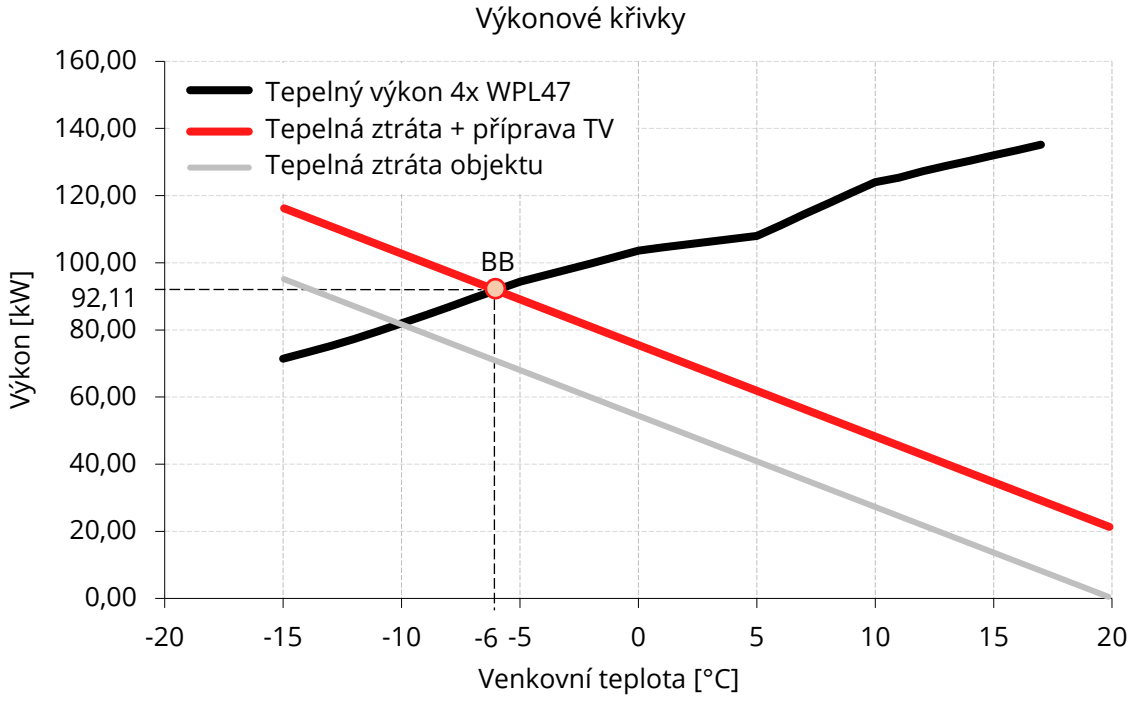
Tab. 25: Technické informace – tepelné čerpadlo STIEBEL.ELTRON WPL47 [41]

		WPL 34	WPL 47	WPL 57	WPL 34 A SR	WPL 47 A SR	WPL 57 A SR
		228835	228836	228837	232124	232125	232126
Tepelné výkony podle EN 14511							
Tepelný výkon pro A10/W35 (EN 14511)	kW			33,60			
Tepelný výkon pro A7/W35 (EN 14511)	kW	20,16	26,83	29,87	20,16	26,83	31,01
Tepelný výkon pro A2/W35 (EN 14511)	kW	18,32	24,82	29,92	18,32	24,82	29,81
Tepelný výkon pro A-7/W35 (EN 14511)	kW	15,22	21,68	23,90	15,22	21,68	24,02
Příkon							
Příkon ventilátoru topení max.	kW	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65
Příkony podle EN 14511							
Příkon pro A10/W35 (EN 14511)	kW			8,90			
Příkon pro A7/W35 (EN 14511)	kW	5,54	6,80	8,76	5,54	6,80	8,64
Příkon pro A2/W35 (EN 14511)	kW	5,83	7,24	9,12	5,83	7,24	9,03
Příkon pro A-7/W35 (EN 14511)	kW	5,47	7,10	8,90	5,47	7,10	8,46
Výkonové údaje podle EN 14511							
Topný faktor pro A10/W35 (EN 14511)				3,80			
Topný faktor pro A7/W35 (EN 14511)		3,64	3,94	3,41	3,64	3,94	3,59
Topný faktor pro A2/W35 (EN 14511)		3,14	3,43	3,28	3,14	3,43	3,30
Topný faktor pro A- 7/W35 (EN 14511)		2,78	3,05	2,70	2,78	3,05	2,84
Údaje o hlučnosti							
Hladina akustického výkonu (EN 12102)	dB(A)	67	67	69	67	67	69
Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 1 m ve volném prostoru	dB(A)	59	59	61	59	59	61
Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 5 m ve volném prostoru	dB(A)	45	45	47	45	45	47
Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 10 m ve volném prostoru	dB(A)	39	39	41	39	39	41
Meze použitelnosti							
Max. dovolený tlak	MPa	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Mez použitelnosti na straně topení min.	°C	15	15	15	15	15	15
Mez použitelnosti na straně topení max.	°C	60	60	60	60	60	60
Mez použitelnosti zdroje tepla min.	°C	-20	-20	-20	-20	-20	-20
Mez použitelnosti zdroje tepla max.	°C	40	40	40	40	40	40
Tvrdost vody	°dH	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3	≤3
Hodnota pH (se sloučeninami hliníku)	mg/l	8,0-8,5	8,0-8,5	8,2-8,5	8,0-8,5	8,0-8,5	8,0-8,5
Hodnota pH (bez sloučenin hliníku)	mg/l	8,0-10,0	8,0-10,0	<0,1	8,0-10,0	8,0-10,0	8,0-10,0
Chlorid	mg/l	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Vodivost (změkčení)	µS/cm	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000	< 1000
Vodivost (demineralizace)	µS/cm	20-100	20-100	20-100	20-100	20-100	20-100
Kyslík 8-12 týdnů po napuštění (změkčení)	mg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Kyslík 8-12 týdnů po napuštění (demineralizace)	mg/l	<0,1	<0,1	<0,02	<0,1	<0,1	<0,1
Elektrotechnické údaje							
Max. příkon	kW	10,8	13,4	15,1	10,8	13,4	15,1
Jištění řízení, ovládání	A	1 x B 16	1 x B 16	1 x B 16	1 x B 16	1 x B 16	1 x B 16
Jištění kompresoru	A	3 x C 25	3 x C 35	3 x C 35	3 x C 25	3 x C 35	3 x C 35
Fáze ovládání		1/N/PE	1/N/PE	1/N/PE	1/N/PE	1/N/PE	1/N/PE
Fáze kompresoru		3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE	3/N/PE
Jmenovité napětí řízení	V	230	230	230	230	230	230
Jmenovité napětí kompresoru	V	400	400	400	400	400	400
Frekvence	Hz	50	50	50	50	50	50
Rozběhový proud (s omezovačem rozběhového proudu nebo bez něj)	A	64/-	70/-	78/-	64/-	70/-	78/-
Max. provozní proud	A	20	22	23	20	22	23
Energetické údaje							
Třída energetické účinnosti, střední klima, W55/W35		A/A+	A+/A+	A/A	A/A+	A+/A+	A/A

Tab. 26: Technické informace – tepelné čerpadlo STIEBEL.ELTRON WPL34 – WPL 57 [41]

B.8.1 BOD BIVALENCE

Pro stanovení bodu bivalence (BB) jsem použil výkonovou křivku výrobce pro 4x WPL47. Tepelnou ztrátu při 20 °C uvažuji nulovou.



Graf 3: Výkonové křivky

Bod bivalence nastává při venkovní teplotě -6 °C. Výkon kaskády tepelných čerpadel je při této teplotě 92,11 kW. Při této venkovní teplotě dojde k zapojení doplňkového zdroje tepla.

B.8.2 NÁVRH DOPLŇKOVÉHO ZDROJE TEPLA

Jako doplňkový zdroj tepla pro ohřev topné i teplé vody navrhuji elektrické topné těleso zabudované v zásobníku teplé vody a akumulační nádrži.

Výkon hlavního zdroje při -15 °C	Q_1	71,47 kW
Tepelná ztráta objektu	Q_2	93,82 kW
Potřeba tepla pro TV	Q_3	22,33 kW

Potřebný výkon pro VTP

$Q_p = Q_2 - Q_1 = 93{,}82 - 71{,}47 = 22{,}35\ kW$

Pro ohřev topné vody navrhuji elektrické topné těleso STIEBEL-ELTRON FRC28/270 o výkonu 27 kW. Pro ohřev teplé vody navrhuji 4x topné těleso STIEBEL-ELTRON FRC18/60 o výkonu á 6 kW.

B.8.3 AKUMULACE TEPLA

Pro provoz tepelného čerpadla navrhuji akumulační nádrž pro akumulaci topné vody. Z důvodu osazení otopných těles termostatickými ventily a možností regulace průtoku termostatickými hlavicemi bude docházet ke změnám průtoků otopné vody v jednotlivých distribučních větvích. Akumulační nádrž zabrání častým startům tepelných čerpadel a tím rychlému opotřebení kompresů. Zároveň bude akumulační nádrž plnit funkci HVDT.

Výkon zdroje pro vytápění

Výkon tepelných čerpadel při bodu bivalence (bez potřeby TV)	Q_{VTP}	69,78 kW
Výkon topného tělesa	Q_{TT}	27,00 kW

Velikost akumulační nádrže

Objem AN uvažuji 15 – 20 l/kW

$$V_{AN} = (15 - 20) * (69{,}78 + 27) = 1451{,}6 - 1935{,}4\ l$$

Navrhuji akumulační nádrž STIEBEL ELTRON SBP 1500 E (cool) o objemu 1503 l.

		SBP 1000 E	SBP 1500 E	SBP 1000 E SOL	SBP 1500 E SOL	SBP 1000 E cool	SBP 1500 E cool
		227564	227565	227566	227567	22758	227585
Údaje o hydraulickém systému							
Jmenovitý objem	l	1006	1503	979	1473	100	1503
Objem - výměník dole	l			25,9	22,5		
Plocha - výměník dole	m²			3	3,6		
Tlakové ztráty při 1,0 m³/h - tepelný výměník dole	hPa			8	9		
Meze použitelnosti							
Max. dovolený tlak	MPa	0,3	0,3	0,3	0,3	0,	0,3
Zkušební tlak	MPa	0,45	0,45	0,45	0,45	0,4	0,45
Max. napouštěcí / vypouštěcí objemový průtok	m³/h	12,5	15	12,5	15	12,	15
Maximální dovolená teplota	°C	95	95	95	95	9	95
Max. doporučená aperturní plocha kolektoru	m²			20	30		
Rozměry							
Výška	mm	2300	2220	2300	2220	230	2220
Průměr	mm	790	1000	790	1000	82	1032
Průměr s tepelnou izolací	mm	1010	1220	1010	1220	101	1220
Transportní výška	mm	2335	2250	2335	2250	233	2250
Hmotnosti							
Hmotnost při naplnění	kg	1172	1729	1184	1750	114	1698
Vlastní hmotnost	kg	172	229	219	285	17	230

Tab. 27: Technické informace akumulační nádrže STIEBEL-ELTRON SBP 1500 E (cool) [42]

B.9 NÁVRH MĚŘENÍ ODBĚRU TEPLA

Pro měření odběru tepla navrhuji systém SIEMENS Siemeca M-BUS. Každý byt bude vybaven kalorimetrem SIEMENS MEGATRON 2 – Siemeca. Na 2. a 4. nadzemním podlaží budou instalovány komunikační uzly systému SIEMEN Siemeca. Tento systém bude propojen s centrální sběrnou jednotkou dat umístěnou v technické místnosti.

Elektronické měřiče tepla a chladu – Megatron 2

	Teplotní čidla Ø 5 mm				
Jmenovitý průtok q_p	**Stavební délka**	**Délka kabelu**	**Ponorná**	**Čidlo vratné teploty**	**Typové označení**
0.6 m^3/h	110 mm	1.5 m	Přímo	Integrované	WFN26.B111
1.5 m^3/h	110 mm	1.5 m	Přímo	Integrované	WFN26.D111
2.5 m^3/h	130 mm	1.5 m	Přímo	Integrované	WFN26.E131
0.6 m^3/h	110 mm	2.5 m	Přímo	Integrované	WFN26.B112
1.5 m^3/h	110 mm	2.5 m	Přímo	Integrované	WFN26.D112
2.5 m^3/h	130 mm	2.5 m	Přímo	Integrované	WFN26.E132
1.5 m^3/h	80 mm	1.5 m	Přímo	Neintegrované	WFR26.D081
1.5 m^3/h	80 mm	2.5 m	Přímo	Neintegrované	WFR26.D082

Tab. 28: Technické informace – Megatron 2 [43]

Komunikační uzly

Typ napájení	**Komunikační modul**	**Typové označení**
Baterie		WTT16
Baterie	RS-232	WTT16.232
Síťové		WTX16
Síťové	RS-232	WTX16.232
Síťové	GSM brána, max. 500 měřičů	WTX16.MOD
Síťové	GSM brána, max. 2 000 měřičů, M-Bus master	WTX16.GSM
Síťové	Ethernet brána, max. 2 000 měřičů, M-Bus master	WTX16.IP

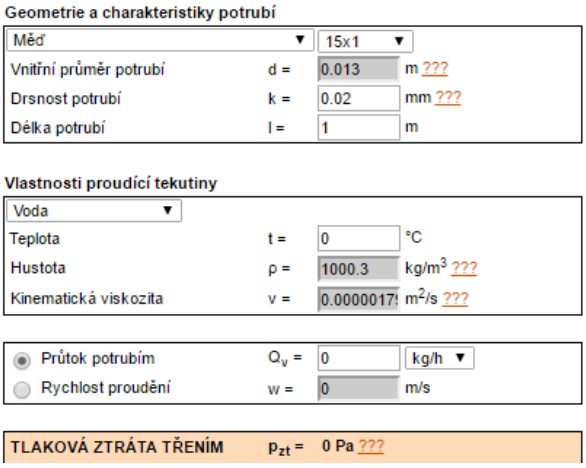
Tab. 29: Technické informace – komunikační uzel [43]

B.10 DIMENZOVÁNÍ A HYDRAULICKÉ POSOUZENÍ POTRUBÍ

Navrhl jsem dvoutrubkovou otopnou soustavu s teplotním spádem 55/45 °C. Potrubí navrhuji měděné. Při návrhu průměru potrubí jsem postupoval metodou ekonomických rychlostí. Tzn., že rychlost proudění vody v potrubí by měla směrem od spotřebiče ke zdroji stoupat. Pro přípojky k otopným tělesům a rozvody uvnitř bytů jsem se snažil s rychlostí proudění pohybovat v rozmezí 0,15 – 0,6 $m.s^{-1}$. A pro hlavní rozvody v rozmezí 0,6 – 1,0 $m.s^{-1}$.

Distribuce topné vody je zajištěna čtyřmi hlavními větvemi. Pro každou větev jsem stanovil nejnepříznivěji umístěné otopné těleso tím daný základní okruh, pro který jsem provedl hydraulický výpočet. Následně jsem provedl výpočet ostatních přípojných větví.

Pro stanovení průměru potrubí, rychlosti proudění a výpočet tlakové ztráty třením jsem použil výpočtovu aplikaci Výpočet tlakové ztráty třením v potrubí [44]



Obr. 26: Geometrie a charakteristiky potrubí [44]

Dále jsem provedl vyrovnání tlakových poměrů škrcením tlaku pomocí přednastavení termostických ventilů a regulačních šroubení. Desková otopná tělesa budou na potrubí připojena pomocí regulačního H šroubení a integrovaného termostatického ventilu. Koupelnová otopná tělesa budou přopjena přímým termostatickým ventilem na přívodním potrubí a přímým regulační šroubení na vratném.

Potrubí zapojení tepelných čerpadel a solárního systému jsem provedl tychlamnovým zapojením.

B.10.1 POUŽITÉ VÝPOČTOVÉ VZTAHY

Celková tlaková ztráta v potrubí

$$\Delta p_{DIS} = \Delta p_{\lambda} + \Delta p_{\xi} + \Delta p_{AR} \quad [Pa]$$

kde $(R * l)$ - tlaková ztráta třením [Pa]
Z - tlaková ztráta vřazenými odpory [Pa]
Δp_{AR} - tlaková ztráta armatur a zařízení [Pa]

Tlaková ztráta třením

$$\Delta p_{\lambda} = (R * l) = \lambda * \frac{l}{d} * \frac{w^2}{2} * \rho \quad [Pa]$$

kde R - měrná tlaková ztráta třením [Pa.m^{-1}]
l - délka úseku potrubí [m]
λ - součinitel tření závyslý na Reynoldsově čísle dle typu prodění a drsnosti povrchu potrubí
d - vnitřní průměr potrubí [m]
w - rychlost proudění vody v potrubí [m.s^{-1}]
ρ - hustota otopné vody [kg.m^{-3}]

Tlaková ztráta vřazenými odpory (místní tlaková ztráta)

K této tlakové ztrátě dochází v místech změny směru, průřezu potrubí nebo na vstupu a výstupu zdoje či spotřebiče, apod.

$$\Delta p_{\xi} = Z = \Sigma\xi * \frac{w^2}{2} * \rho \quad [Pa]$$

kde R - měrná tlaková ztráta třením [Pa.m^{-1}]
l - délka úseku potrubí [m]
λ - součinitel tření závyslý na Reynoldsově čísle dle typu prodění a drsnoti

Hmotnostní průtok

$$m = \frac{Q}{c * (t_{w1} - t_{w2})} \quad [kg.h^{-1}]$$

kde Q - přenášený tepelný výkon [W]

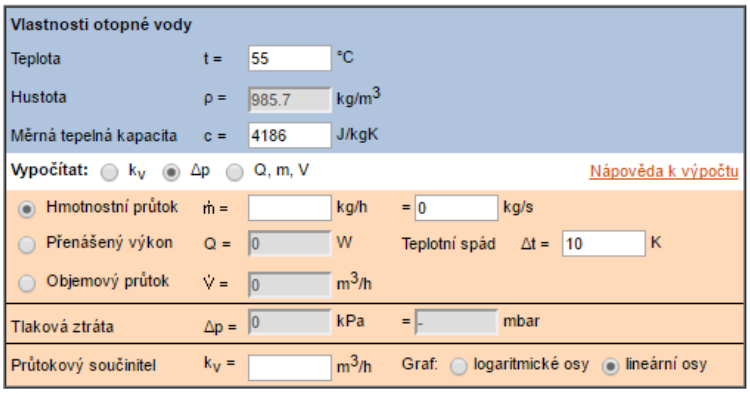
c - měrná tepelná kapacita vody = 1,163 [W.h.kg^{-1}.K^{-1}]

t_{w1} - teplota otopné vody na přívodu [K]

t_{w2} - teplota otopné vody na vratu [K]

Tlaková ztráta armatur a zařízení

Stanoví se podle návrhových diagramů tlakové ztráty v závisloti na průtoku nebo výpočtem na základě hodnoty průtokového součinitele k_v udávané výrobcem. Výpočet jsem provedl pomocí výpočtové aplikace Průtokový součinitel k_v a graf tlakových ztráta [45]



Obr. 27: Výpočet tlakové ztráty podle průtokového součinitele kv [45]

Tlaková ztráta armatur připojení otopných těles je uvedená níže. Tlaková ztráta armatur je uvedena v kapitole B.14 Návrh armatur.

Výpočet tlakové ztráty podle hodnoty k_v

$$\Delta p_{AR} = \left(\frac{10 * \frac{m}{\rho_t}}{k_v} \right)^2 \quad [kPa]$$

kde m - hmotnostní průtok armaturou [kg.h^{-1}]

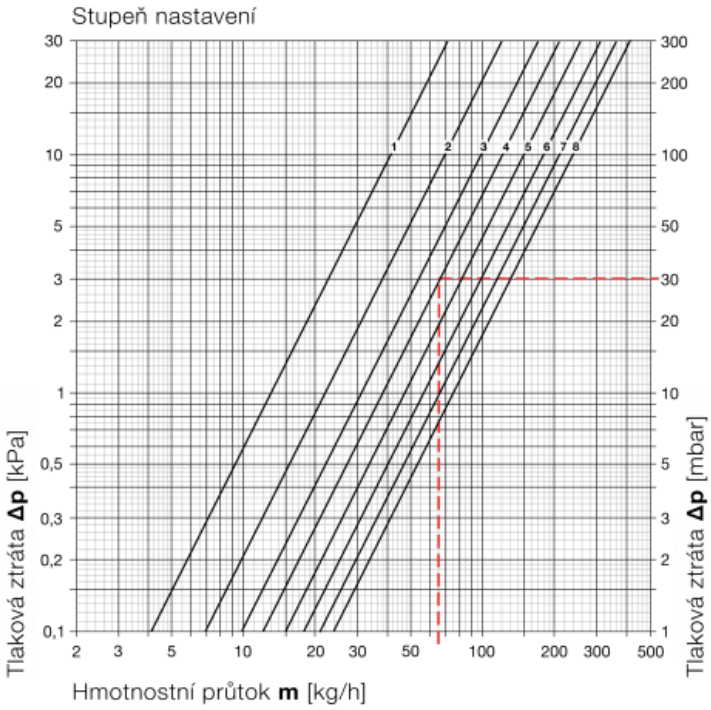
ρ_t - hustota vody při provozní teplotě [kg.m^{-3}]

k_v - průtokový součinitel [m^3.h^{-1}]

Tlaková termostatického ventilu

Tlakovou ztrátu a nastavení termostatického ventilu jsem odečetl z průtokového diagramu výrobce. Desková otopná tělesa KORADO mají integrovaný 8-stupňový termostatický ventil. Ve

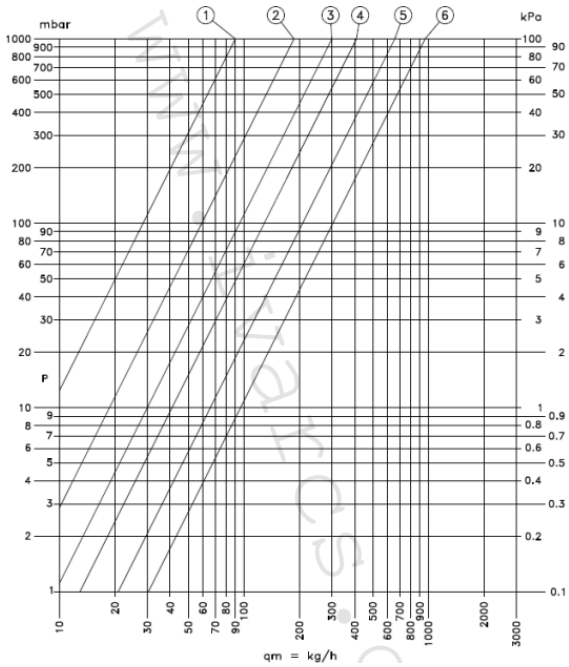
výpočetním formuláři dimenzování OT a výkresové dokumentaci je použito značení TRV(N). N je nastavení ventilu.



Obr. 28: Průtokový diagram KORADO [46]

Obr. 29: Termostatický ventil KORADO [47]

U trubkových otopných těles KORADO navrhuji přímý termostatický ventil IVAR CS. Ve výpočetním formuláři dimenzování OT a výkresové dokumentaci je použito značení PRV(N). N je nastavení ventilu. Průtokový diagram je platný i pro přímé regulační šroubení IVAR CS.



Obr. 30: Průtokový diagram – termostatický ventil OPTIMA IVAR.DV 013 [48]

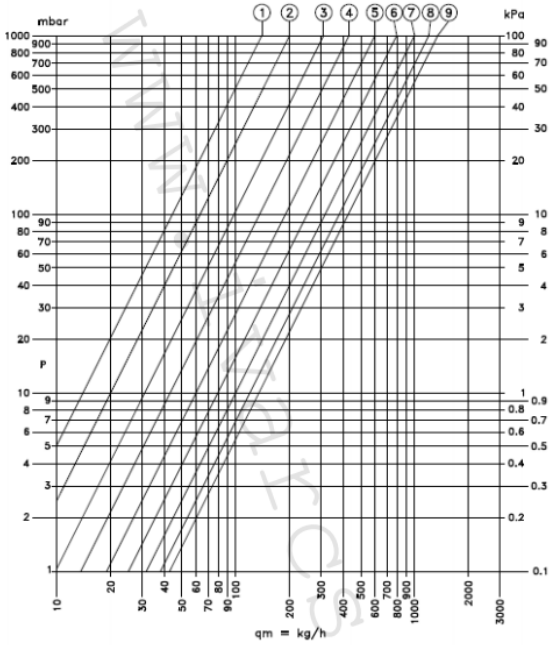
Obr. 31: Termostatický ventil OPTIMA IVAR.DV 013 [48]

Pro možnost regulace teploty v místnosti bude na TRV bude osazena termostatická hlavice IVAR.T 5000 – značeno TH.

Obr. 32: Termostatická hlavice IVAR.T 5000 a rozsah nastavení [49]

Tlaková ztráta regulačních šroubení

Desková otopná tělesa budou na potrubí připojena pomocí H šroubení. Trubková otopná tělesa budou na potrubí připojena přímým regulačním šroubením. Tlakovou ztrátu a nastavení regulačních šroubení jsem odečetl z průtokového diagramu výrobce IVAR CS. Ve výpočetním formuláří dimenzování a výkresové dokumentaci je použití H šroubení značeno HRŠ(N). Pro použití přímého regulačního šroubení je značení PŠ(N). N je stupeň nastavení.

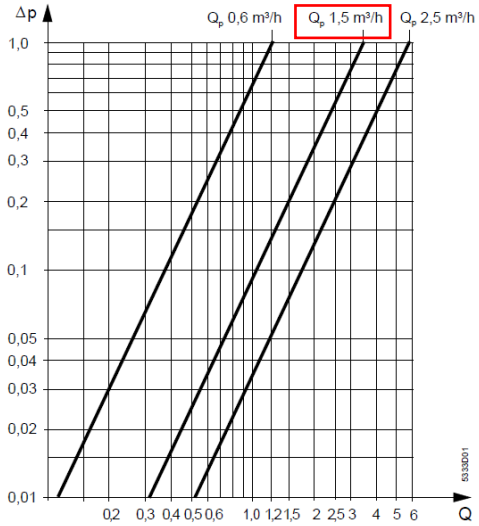


Obr. 33: Průtokový diagram IVAR. DD345 [50]

Obr. 34: Regulační H šroubení IVAR. DD345 [50]

Tlaková ztráta kalorimetru

Tlakovou ztrátu kalorimetru systému měření odběru tepla jsem odečetl z průtokového diagramu výrobce pro Q_p 1,5 $m^3 \cdot h^{-1}$.



Obr. 35: Průtokový diagram Megatron 2 [43]

B.10.2 DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ

B.10.2.1 VĚTEV Č. 1

Tab. 30: Dimenzování větve č. 1

č. úseku	Délka úseku	Tepelný výkon	Průtok	**Vnější Ø x tl. stěny**	Rychlost prodění	Tlak. ztráta třením	Tlak. ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztráta místními odpory	**Nastavení reg. ventilu**	Tlak. ztráta regulační armatury	Celková tlak. Ztráta	Dispoziční tlak
i	l [m]	Q [kW]	m [kg/h]	**Ø x tl. [mm]**	v [m/s]	R [Pa/m]	R.L [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	**N**	Δp_{RV} [Pa]	R.l+Z+Δp_{RV} [Pa]	**Δp_{DIS}** [Pa]
Větev č. 1 - základní okruh + byt č.13 - otopné těleso 405													
1	11,86	1,734	149,10	**18x1**	0,21	49,00	581,14	6,44	142	**TRV 6, HRŠ 5**	11000	11723,14	11723
2	31,28	4,206	361,65	**28x1,5**	0,21	27,70	866,46	7,80	172			1038,45	12762
3	4,90	5,940	510,75	**28x1,5**	0,29	49,00	240,10	2,60	109			349,43	13111
4	10,54	7,674	659,85	**28x1,5**	0,38	79,50	837,93	5,20	375			1213,37	14324
5	7,20	8,127	698,80	**28x1,5**	0,40	87,20	627,84	12,64	1011	**MT**	4500	6139,04	20463
6	6,00	12,969	1115,13	**35x1,5**	0,39	61,10	366,60	2,60	198			564,33	21028
7	6,00	17,811	1531,47	**35x1,5**	0,54	110,10	660,60	2,60	379			1039,68	22067
8	25,00	25,938	2230,27	**35x1,5**	0,78	215,60	5390,0	13,00	3955			9344,60	**31412**
Větev č.1 - byt č.13 - otopné těleso 403													
9	0,20	2,472	212,55	**18x1**	0,30	91,90	18,38	3,80	171	**HRŠ 9**	2500	2689,38	11723
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				9033,8	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 8**			
Větev č.1 - byt č.13 - otopné těleso 402													
10	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 5**	5000	5248,36	12762
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				7513,2	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 6**			
Větev č.1 - byt č.13 - otopné těleso 401													
11	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 5**	5000	5248,36	13111
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				7862,7	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 6**			
Větev č.1 - byt č.13 - otopné těleso 408													
12	9,10	0,453	38,95	**10x1**	0,21	98,50	896,35	19,40	428	**PŠ 2**	4000	5324,12	14324
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				9000,3	Pa			nastavení ventilu:		**TPV 2**			
Větev č.1 - byt č. 9 - otopné tělěso 305													
13	11,66	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	628,47	6,44	116	**TRV 4 , HRŠ 3**	12500	13244,72	13245
14	31,28	2,341	201,29	**18x1**	0,28	81,40	2546,19	9,84	386			2931,92	16177
15	4,90	3,365	289,34	**22x1**	0,26	53,70	263,13	2,60	88			351,01	16528
16	10,54	4,389	377,39	**22x1**	0,34	86,40	910,66	5,20	301			1211,22	17739
17	1,20	4,842	416,34	**22x1**	0,37	100,50	120,60	10,64	728	**MT**	1700	2548,91	20288
Větev č.1 - byt č. 9 - otopné těleso 303													
18	0,20	1,317	113,24	**15x1**	0,24	81,00	16,20	3,80	109	**HRŠ 4**	7000	7125,64	13245
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				6119,1	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 4**			
Větev č.1 - byt č. 9 - otopné těleso 302													
19	0,20	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	10,78	3,80	69	**HRŠ 3**	8000	8079,37	16177
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				8097,3	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 4**			

Větev č.1 - byt č. 9 - otopné těleso 301													
20	0,20	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	10,78	3,80	69	**HRŠ 3**	8000	8079,37	16528
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				8448,3	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 4**			
Větev č.1 - byt č. 9 - otopné těleso 308													
21	9,10	0,453	38,95	**10x1**	0,21	98,50	896,35	19,40	428	**PŠ 2**	4000	5324,12	17739
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				12414,7	Pa				nastavení ventilu:	**TPV 1**			
Větev č.1 - byt č. 5 - otopné těleso 205													
22	11,66	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	628,47	6,44	116	**TRV 3 , HRŠ 4**	13000	13744,72	13745
23	31,28	2,341	201,29	**18x1**	0,28	81,40	2546,19	9,84	386			2931,92	16677
24	4,90	3,365	289,34	**22x1**	0,26	53,70	263,13	2,60	88			351,01	17028
25	10,54	4,389	377,39	**22x1**	0,34	86,40	910,66	5,20	301			1211,22	18239
26	1,20	4,842	416,34	**22x1**	0,37	100,50	120,60	10,64	728	**MT**	1700	2548,91	20788
Větev č.1 - byt č. 5 - otopné těleso 203													
27	0,20	1,317	113,24	**15x1**	0,24	81,00	16,20	3,80	109	**HRŠ 4**	7000	7125,64	13745
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				6619,1	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 6**			
Větev č.1 - byt č. 5 - otopné těleso 202													
28	0,20	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	10,78	3,80	69	**HRŠ 3**	8000	8079,37	16677
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				8597,27	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 3**			
Větev č.1 - byt č. 5 - otopné těleso 201													
29	0,20	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	10,78	3,80	69	**HRŠ 3**	8000	8079,37	17028
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				8948,28	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 3**			
Větev č.1 - byt č. 5 - otopné těleso 208													
30	9,10	0,453	38,95	**10x1**	0,21	98,50	896,35	19,40	428	**PŠ 2**	4000	5324,12	18239
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				12914,7	Pa				nastavení ventilu:	**TPV 1**			
Větev č.1 - byt č. 1 - otopné těleso 105													
31	11,86	1,734	149,10	**18x1**	0,21	49,00	581,14	6,44	142	**TRV 5 , HRŠ 6**	12800	13523,14	13523
32	31,28	4,206	361,65	**28x1,5**	0,21	27,70	866,46	9,80	216			1082,55	14606
33	4,90	5,940	510,75	**28x1,5**	0,29	49,00	240,10	2,60	109			349,43	14955
34	10,54	7,674	659,85	**28x1,5**	0,38	79,50	837,93	5,20	375			1213,37	16168
35	1,20	8,127	698,80	**28x1,5**	0,40	87,20	104,64	10,64	851	**MT**	4500	5455,84	21624
Větev č.1 - byt č. 1 - otopné těleso 103													
36	0,20	2,472	212,55	**18x1**	0,30	91,90	18,38	3,80	171	**HRŠ 8**	3300	3489,38	13523
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				10033,8	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 7**			
Větev č.1 - byt č. 1 - otopné těleso 102													
37	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 5**	5000	5248,36	14606
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				9357,33	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 5**			
Větev č.1 - byt č. 1 - otopné těleso 101													
38	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 5**	5000	5248,36	14955
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				9706,76	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 5**			
Větev č.1 - byt č. 1 - otopné těleso 108													
39	9,10	0,453	38,95	**10x1**	0,21	98,50	896,35	19,40	428	**PŠ 2**	4000	5324,12	16168
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				10844,4	Pa				nastavení ventilu:	**TPV 1**			
Větev č.1 - kotelna - otopné těleso S18													
41	2,40	2,074	178,33	**18x1**	0,25	66,60	159,84	6,40	200	**TRV 6, HRŠ 4**	26300	26659,84	26660
40	6,00	4,263	366,55	**22x1**	0,33	81,90	491,40	18,48	1006			1497,64	28157
Větev č.1 - kotelna - otopné těleso S18													
42	11,60	2,189	188,22	**18x1**	0,26	71,40	828,24	3,20	108	**HRŠ 5**	15000	15936,40	28157
ΔpDIS-(R.l+Z+ΔpRV)=				12221,1	Pa				nastavení ventilu:	**TPV 7**			

B.10.2.2 VĚTEV Č. 2

Tab. 31: Dimenzování větve č. 2

č. úseku	Délka úseku	Tepelný výkon	Průtok	**Vnější Ø x tl. stěny**	Rychlost proudění	Tlak. ztráta třením	Tlak. ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztráta místními odpory	**Nastavení reg. ventilu**	Tlak. ztráta regulační armatury	Celková tlak. Ztráta	Dispoziční tlak
i	l [m]	Q [kW]	m [kg/h]	**Ø x tl. [mm]**	v [m/s]	R [Pa/m]	R.L [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	**N**	Δp_{RV} [Pa]	R.l+Z+Δp_{RV} [Pa]	**Δp_{DIS}** [Pa]
Větev č. 2 - základní okruh + byt č.14 - otopné těleso 414													
1	10,18	1,340	115,22	**15x1**	0,24	81,00	824,58	6,44	185	**TRV 5, HRŠ 3**	11000	12010,05	12010
2	28,70	2,657	228,46	**18x1**	0,32	103,10	2958,97	7,84	401			3360,38	15370
3	5,40	4,391	377,56	**22x1**	0,34	86,40	466,56	2,60	150			616,84	15987
4	10,66	6,125	526,66	**22x1**	0,47	154,40	1645,90	5,20	574			2220,24	18208
5	7,20	6,578	565,61	**22x1**	0,51	179,00	1288,80	12,60	1639	**MT**	3100	6027,43	24235
6	6,00	10,950	941,53	**28x1,5**	0,54	149,90	899,40	2,64	385			1284,31	25519
7	6,00	15,322	1317,45	**35x1,5**	0,46	82,30	493,80	2,60	275			768,88	26288
8	16,14	23,055	1982,37	**35x1,5**	0,69	172,20	2779,31	13,00	3095			5873,96	**32162**
Větev č.2 - byt č. 14 - otopné těleso 412													
9	0,20	1,317	113,24	**15x1**	0,24	81,00	16,20	3,80	109	**HRŠ 3**	6000	6125,64	12010
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				5884	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 4**			
Větev č.2 - byt č. 14 - otopné těleso 411													
10	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 4**	9000	9248,36	15370
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				6122	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 7**			
Větev č.2 - byt č. 14 - otopné těleso 410													
11	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 4**	9000	9248,36	15987
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				6739	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 6**			
Větev č.2 - byt č. 14 - otopné těleso 417													
12	9,70	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1088,34	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5557,82	18208
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				12650	Pa			nastavení ventilu:		**TPV 1**			
Větev č. 2 - byt č.10 - otopné těleso 314													
13	10,18	0,789	67,84	**12x1**	0,24	113,90	1159,50	6,44	185	**TRV 3, HRŠ 2**	16500	17844,97	17845
14	28,70	2,106	181,08	**18x1**	0,25	66,60	1911,42	9,80	306			2217,67	20063
15	5,40	2,895	248,93	**18x1**	0,35	120,90	652,86	2,64	162			814,56	20877
16	10,44	3,919	336,97	**22x1**	0,30	69,10	721,40	5,20	234			955,40	21833
17	1,20	4,372	375,92	**22x1**	0,34	86,40	103,68	10,64	615	**MT**	1500	2218,67	24051
Větev č.2 - byt č. 10 - otopné těleso 312													
18	0,20	1,317	113,24	**15x1**	0,24	81,00	16,20	3,80	109	**HRŠ 3**	6000	6125,64	21833
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				15707	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 3**			
Větev č.2 - byt č. 10 - otopné těleso 311													
19	0,20	0,789	67,84	**12x1**	0,24	113,90	22,78	3,80	109	**HRŠ 2**	11000	11132,22	20877
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				9745	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 2**			
Větev č.2 - byt č. 10 - otopné těleso 310													
20	0,20	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	10,78	3,80	69	**HRŠ 3**	8000	8079,37	20063

Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				11983	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 3**			
Větev č.2 - byt č. 10 - otopné těleso 317													
21	9,70	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1088,34	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5557,82	17845
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				12287	Pa				nastavení ventilu:	**TPV 2**			
Větev č.2 - byt č. 6 - otopné tělěso 214													
22	10,18	0,789	67,84	**12x1**	0,24	113,90	1159,50	6,44	185	**TRV 2, HRŠ 2**	17800	19144,97	19145
23	28,70	2,106	181,08	**18x1**	0,25	66,60	1911,42	9,80	306			2217,67	21363
24	5,40	2,895	248,93	**18x1**	0,35	120,90	652,86	2,64	162			814,56	22177
25	10,66	3,919	336,97	**22x1**	0,30	69,10	736,61	5,20	234			970,61	23148
26	1,20	4,372	375,92	**22x1**	0,34	86,40	103,68	10,64	615	**MT**	1500	2218,67	25366
Větev č.2 - byt č. 6 - otopné těleso 212													
27	0,20	1,317	113,24	**15x1**	0,24	81,00	16,20	3,80	109	**HRŠ 3**	6000	6125,64	19145
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				13019	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 3**			
Větev č.2 - byt č. 6 - otopné těleso 211													
28	0,20	0,789	67,84	**12x1**	0,24	113,90	22,78	3,80	109	**HRŠ 2**	11000	11132,22	21363
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				10230	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 2**			
Větev č.2 - byt č. 6 - otopné těleso 210													
29	0,20	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	10,78	3,80	69	**HRŠ 3**	8000	8079,37	22177
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				14098	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 3**			
Větev č.2 - byt č. 6 - otopné těleso 217													
30	9,70	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1088,34	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5557,82	23148
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				17590	Pa				nastavení ventilu:	**TPV 1**			
Větev č.2 - byt č. 2 - otopné tělěso 114													
31	10,18	1,340	115,22	**15x1**	0,24	81,00	824,58	6,44	185	**TRV 4, HRŠ 4**	16500	17510,05	17510
32	28,70	3,812	327,77	**22x1**	0,29	65,10	1868,37	9,84	414			2282,14	19792
33	5,40	5,546	476,87	**28x1,5**	0,27	43,20	233,28	2,60	95			328,05	20120
34	10,66	7,280	625,97	**28x1,5**	0,36	72,20	769,65	5,20	337			1106,61	21227
35	1,20	7,733	664,92	**28x1,5**	0,38	79,50	95,40	10,64	768	**MT**	3900	4763,61	25990
Větev č.2 - byt č. 2 - otopné těleso 112													
36	0,20	2,472	212,55	**18x1**	0,30	91,90	18,38	3,80	171	**HRŠ 6**	7000	7189,38	17510
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				10321	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 7**			
Větev č.2 - byt č. 2 - otopné těleso 111													
37	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 4**	9000	9248,36	19792
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				10544	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 5**			
Větev č.2 - byt č. 2 - otopné těleso 110													
38	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 4**	9000	9248,36	20120
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				10872	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 5**			
Větev č.2 - byt č. 2 - otopné těleso 117													
39	9,70	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1088,34	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5557,82	21227
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				15669	Pa				nastavení ventilu:	**TPV 2**			

B.10.2.3 VĚTEV Č. 3

Tab. 32: Dimenzování větve č. 3

č. úseku	Délka úseku	Tepelný výkon	Průtok	**Vnější Ø x tl. stěny**	Rychlost prodění	Tlak. ztráta třením	Tlak. ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztráta místními odpory	**Nastavení reg. ventilu**	Tlak. ztráta regulační armatury	Celková tlak. Ztráta	Dispoziční tlak
i	l [m]	Q [kW]	m [kg/h]	**Ø x tl. [mm]**	v [m/s]	R [Pa/m]	R.L [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	**N**	Δp_{RV} [Pa]	R.l+Z+Δp_{RV} [Pa]	**Δp_{DIS}** [Pa]
Větev č. 3 - základní okruh + byt č.15 - otopné těleso 422													
1	10,18	1,340	115,22	**18x1**	0,16	30,50	310,49	6,44	82	**TRV 4, HRŠ 4**	14000	14392,92	14393
2	28,70	2,657	228,46	**22x1**	0,21	36,80	1056,16	7,84	173			1229,03	15622
3	5,40	4,391	377,56	**28x1,5**	0,22	30,10	162,54	2,60	63			225,46	15847
4	10,66	6,125	526,66	**28x1,5**	0,30	52,10	555,39	5,20	234			789,39	16637
5	7,20	6,578	565,61	**28x1,5**	0,32	58,50	421,20	12,60	645	**MT**	3000	4066,32	20703
6	6,00	11,104	954,77	**35x1,5**	0,33	45,30	271,80	2,64	144			415,55	21119
7	6,00	15,630	1343,94	**35x1,5**	0,47	85,60	513,60	2,60	287			800,77	21919
8	28,90	22,902	1969,22	**35x1,5**	0,69	172,20	4976,58	13,00	3095			8071,23	**29991**
Větev č.3 - byt č.15 - otopné těleso 420													
9	0,20	1,317	113,24	**15x1**	0,24	81,00	16,20	3,80	109	**HRŠ 3**	6000	6125,64	14393
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				8267	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 4**			
Větev č.3 - byt č.15 - otopné těleso 419													
10	0,40	1,734	149,10	**18x1**	0,21	49,00	19,60	3,80	84	**HRŠ 5**	5000	5103,39	15622
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				10519	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 5**			
Větev č.3 - byt č.15 - otopné těleso 418													
11	0,40	1,734	149,10	**18x1**	0,21	59,00	23,60	3,80	84	**HRŠ 5**	5000	5107,39	15847
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				10740	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 5**			
Větev č.3 - byt č.15 - otopné těleso 425													
12	9,70	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1088,34	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5557,82	16637
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				11079	Pa			nastavení ventilu:		**TPV 1**			
Větev č.3 - byt č. 11 - otopné tělěso 322													
13	10,38	0,928	79,79	**15x1**	0,17	44,40	460,87	6,44	93	**TRV 3, HRŠ 3**	14000	14553,93	14554
14	28,70	2,121	182,37	**18x1**	0,26	71,40	2049,18	9,84	333			2381,77	16936
15	5,40	3,049	262,17	**22x1**	0,24	46,60	251,64	2,60	75			326,52	17262
16	10,66	4,073	350,21	**22x1**	0,31	73,30	781,38	5,20	250			1031,24	18293
17	1,20	4,526	389,17	**22x1**	0,35	91,00	109,20	10,64	652	**MT**	1500	2260,90	20554
Větev č.3 - byt č. 11 - otopné těleso 320													
18	0,40	1,193	102,58	**15x1**	0,22	69,60	27,84	3,80	92	**HRŠ 3**	10000	10119,80	14554
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				4434	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 5**			
Větev č.3 - byt č. 11 - otopné těleso 319													
19	0,40	0,928	79,79	**15x1**	0,17	44,40	17,76	3,80	55	**HRŠ 3**	6000	6072,67	16936
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				10863	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 2**			
Větev č.3 - byt č. 11 - otopné těleso 318													
20	0,20	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	10,78	3,80	69	**HRŠ 4**	8000	8079,37	17262

Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				9183	Pa				nastavení ventilu:		**TRV 3**		
Větev č.3 - byt č. 11 - otopné těleso 325													
21	9,70	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1088,34	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5557,82	18293
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				12736	Pa				nastavení ventilu:		**TPV 2**		
Větev č.3 - byt č. 7 - otopné tělěso 222													
22	10,38	0,928	79,79	**15x1**	0,17	44,40	460,87	6,44	93	**TRV 2, HRŠ 5**	14300	14853,93	14854
23	28,70	2,121	182,37	**18x1**	0,26	71,40	2049,18	9,84	333			2381,77	17236
24	5,40	3,049	262,17	**22x1**	0,24	46,60	251,64	2,60	75			326,52	17562
25	10,66	4,073	350,21	**22x1**	0,31	73,30	781,38	5,20	250			1031,24	18593
26	1,20	4,526	389,17	**22x1**	0,35	91,00	109,20	10,64	652	**MT**	1500	2260,90	20854
Větev č.3 - byt č. 7 - otopné těleso 220													
27	0,40	1,193	102,58	**15x1**	0,22	69,60	27,84	3,80	92	**HRŠ 3**	10000	10119,80	18593
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				8474	Pa				nastavení ventilu:		**TRV 4**		
Větev č.3 - byt č. 7 - otopné těleso 219													
28	0,40	0,928	79,79	**15x1**	0,17	44,40	17,76	3,80	55	**HRŠ 3**	6000	6072,67	17562
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				11490	Pa				nastavení ventilu:		**TRV 2**		
Větev č.3 - byt č. 7 - otopné těleso 218													
29	0,20	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	10,78	3,80	69	**HRŠ 4**	8000	8079,37	17236
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				9156	Pa				nastavení ventilu:		**TRV 3**		
Větev č.3 - byt č. 7 - otopné těleso 225													
30	9,70	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1088,34	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5557,82	14854
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				9296	Pa				nastavení ventilu:		**TPV 2**		
Větev č.3 - byt č. 3 - otopné tělěso 122													
31	10,18	1,340	115,22	**15x1**	0,24	81,00	824,58	6,44	185	**TRV 4, HRŠ 4**	12500	13510,05	13510
32	28,70	3,812	327,77	**22x1**	0,29	65,10	1868,37	9,84	414			2282,14	15792
33	5,40	5,546	476,87	**28x1,5**	0,27	43,20	233,28	2,60	95			328,05	16120
34	10,66	6,819	586,33	**28x1,5**	0,34	65,10	693,97	5,20	301			994,53	17115
35	1,20	7,272	625,28	**28x1,5**	0,36	72,20	86,64	10,64	689	**MT**	3700	4476,11	21591
Větev č.3 - byt č. 3 - otopné těleso 120													
36	0,20	2,472	212,55	**18x1**	0,30	91,90	18,38	3,80	171	**HRŠ 7**	5000	5189,38	13510
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				8321	Pa				nastavení ventilu:		**TRV 8**		
Větev č.3 - byt č. 3 - otopné těleso 119													
37	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 4**	9000	9248,36	15792
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				6544	Pa				nastavení ventilu:		**TRV 6**		
Větev č.3 - byt č. 3 - otopné těleso 118													
38	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 4**	9000	9248,36	16120
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				6872	Pa				nastavení ventilu:		**TRV 6**		
Větev č.3 - byt č. 3 - otopné těleso 125													
39	9,70	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1088,34	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5557,82	17115
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				11557	Pa				nastavení ventilu:		**TPV 2**		

B.10.2.4 VĚTEV Č. 4

Tab. 33: Dimenzování větve č. 4

č. úseku	Délka úseku	Tepelný výkon	Průtok	**Vnější Ø x tl. stěny**	Rychlost proudění	Tlak. ztráta třením	Tlak. ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztráta místními odpory	**Nastavení reg. ventilu**	Tlak. ztráta regulační armatury	Celková tlak. Ztráta	Dispoziční tlak
i	l [m]	Q [kW]	m [kg/h]	**Ø x tl. [mm]**	v [m/s]	R [Pa/m]	R.L [Pa]	Σξ [-]	Z [Pa]	**N**	Δp_{RV} [Pa]	R.l+Z+Δp_{RV} [Pa]	**Δp_{DIS}** [Pa]
Větev č. 4 - základní okruh + byt č.16 - otopné těleso 431													
1	11,86	1,734	149,10	**18x1**	0,21	49,00	581,14	6,40	141	**TRV 6, HRŠ 6**	10000	10722,26	10722
2	31,28	4,206	361,65	**28x1,5**	0,21	27,70	866,46	7,84	173			1039,33	11762
3	4,90	5,940	510,75	**28x1,5**	0,29	49,00	240,10	2,60	109			349,43	12111
4	10,54	7,674	659,85	**28x1,5**	0,38	79,50	837,93	5,20	375			1213,37	13324
5	7,20	8,127	698,80	**28x1,5**	0,40	87,20	627,84	12,60	1008	**MT**	4500	6135,84	19460
6	6,00	12,499	1074,72	**35x1,5**	0,38	58,30	349,80	2,64	191			540,41	20001
7	6,00	16,871	1450,64	**35x1,5**	0,51	99,20	595,20	2,60	338			933,33	20934
8	37,74	24,998	2149,44	**35x1,5**	0,75	200,60	7570,64	13,00	3656			11226,89	**32161**
Větev č.4 - byt č.16 - otopné těleso 429													
9	0,20	2,472	212,55	**18x1**	0,30	91,90	18,38	3,80	171	**HRŠ 9**	2300	2489,38	10722
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				8233	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 8**			
Větev č.4 - byt č.16 - otopné těleso 428													
10	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,00	154	**HRŠ 6**	3000	3207,40	11762
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				8554	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 6**			
Větev č.4 - byt č.16 - otopné těleso 427													
11	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,00	154	**HRŠ 7**	1900	2107,40	12111
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				10004	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 5**			
Větev č.4 - byt č.16 - otopné těleso 434													
12	9,10	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1021,02	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5490,50	13324
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				7834	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 2**			
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné tělěso 331													
13	11,66	0,789	67,84	**12x1**	0,24	113,90	1328,07	6,40	184	**TRV 2, HRŠ 4**	11400	12912,39	12912
14	31,28	2,106	181,08	**18x1**	0,25	66,60	2083,25	9,80	306			2389,50	15302
15	4,90	2,895	248,93	**18x1**	0,35	120,90	592,41	2,60	159			751,66	16054
16	10,54	3,919	336,97	**22x1**	0,30	69,10	728,31	5,20	234			962,31	17016
17	1,20	4,372	375,92	**22x1**	0,34	86,40	103,68	10,60	613	**MT**	1500	2216,36	19232
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 329													
18	0,20	1,317	113,24	**15x1**	0,24	81,00	16,20	3,80	109	**HRŠ 4**	6000	6125,64	12912
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				6787	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 4**			
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 328													
19	0,20	0,789	67,84	**12x1**	0,24	113,90	22,78	3,80	109	**HRŠ 3**	5000	5132,22	15302
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				10170	Pa			nastavení ventilu:		**TRV 2**			
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 327													

20	0,20	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	10,78	3,80	69	**HRŠ 3**	8000	8079,37	16054
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				7974	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 3**			
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 334													
21	9,10	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1021,02	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5490,50	17016
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				11525	Pa				nastavení ventilu:	**TPV 1**			
Větev č.4 - byt č. 8 - otopné těleso 231													
22	11,86	0,789	67,84	**12x1**	0,24	113,90	1350,85	6,44	185	**TRV 2, HRŠ 4**	11800	13336,33	13336
23	31,28	2,106	181,08	**18x1**	0,25	66,60	2083,25	9,80	306			2389,50	15726
24	4,90	2,895	248,93	**18x1**	0,35	120,90	592,41	2,64	162			754,11	16480
25	10,54	3,919	336,97	**22x1**	0,30	69,10	728,31	5,20	234			962,31	17442
26	1,20	4,372	375,92	**22x1**	0,34	86,40	103,68	10,64	615	**MT**	1500	2218,67	19661
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 229													
27	0,20	1,317	113,24	**15x1**	0,24	81,00	16,20	3,80	109	**HRŠ 4**	6000	6125,64	13336
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				7211	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 4**			
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 228													
28	0,20	0,789	67,84	**12x1**	0,24	113,90	22,78	3,80	109	**HRŠ 3**	5000	5132,22	15726
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				10594	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 2**			
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 227													
29	0,20	1,024	88,05	**15x1**	0,19	53,90	10,78	3,80	69	**HRŠ 3**	8000	8079,37	16480
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				8401	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 3**			
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 234													
30	9,10	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1021,02	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5490,50	17442
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				11952	Pa				nastavení ventilu:	**TPV 1**			
Větev č.4 - byt č. 4 - otopné těleso 131													
31	11,66	1,734	149,10	**15x1**	0,32	49,00	571,34	6,44	330	**TRV 6, HRŠ 8**	9400	10301,07	10301
32	31,28	4,206	361,65	**22x1**	0,32	77,60	2427,33	9,84	504			2931,14	13232
33	4,90	5,940	510,75	**28x1,5**	0,29	148,60	728,14	2,60	109			837,47	14070
34	10,54	7,674	659,85	**28x1,5**	0,38	79,50	837,93	5,20	375			1213,37	15283
35	1,20	8,127	698,80	**28x1,5**	0,40	87,20	104,64	10,64	851	**MT**	4500	5455,84	20739
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 129													
36	0,20	2,472	212,55	**18x1**	0,30	91,90	18,38	3,80	171	**HRŠ 9**	2500	2689,38	10301
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				7612	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 8**			
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 128													
37	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 7**	1900	2148,36	13232
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				11084	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 5**			
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 127													
38	0,40	1,734	149,10	**15x1**	0,32	134,50	53,80	3,80	195	**HRŠ 7**	1900	2148,36	14070
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				11921	Pa				nastavení ventilu:	**TRV 5**			
Větev č.4 - byt č. 12 - otopné těleso 134													
39	9,10	0,453	38,95	**10x1**	0,22	112,20	1021,02	19,40	469	**PŠ 2**	4000	5490,50	15283
Δp_{DIS} - (R.l+Z+Δp_{RV}) =				9793	Pa				nastavení ventilu:	**TPV 1**			

B.10.2.5 OKRUH ZROJE TEPLA – TEPELNÁ ČERPADLA

Tab. 34: Dimenzování okruhu zdroje tepla

č. úseku	Délka úseku	Tepelný výkon	Průtok	**Vnější Ø x tl. stěny**	Rychlost prodění	Tlak. ztráta třením	Tlak. ztráta třením	Součinitel místních odporů	Tlak. ztráta místními odpory	Tlak. ztráta zařízení	Celková tlak. Ztráta	Dispoziční tlak
i	l	Q	m	**Ø x tl.**	v	R	R.L	Σξ	Z	Δp_{AR}	R.l+Z+Δp_{AR}	Δp_{DIS}
	[m]	[kW]	[kg/h]	**[mm]**	[m/s]	[Pa/m]	[Pa]	[-]	[Pa]	[Pa]	[Pa]	[Pa]
Potrubí kombinovaného rozdělovače a sběrače												
KRS - větev č.1												
43	4,50	30,201	2596,82	**35x1,5**	0,83	241,70	1087,65	46,10	15879	9620	26586,80	26587
Tlaková ztráta filtru pevných částic = 2x 2400 Pa												
Tlaková ztráta trojcestného ventilu = 4820 Pa												
KRS - větev č.2												
44	4,50	23,055	1982,37	**35x1,5**	0,69	172,20	774,90	46,10	10974	5610	17359,01	17359
Tlaková ztráta filtru pevných částic = 2x 1400 Pa												
Tlaková ztráta trojcestného ventilu = 2810 Pa												
KRS - větev č.3												
45	4,50	22,902	1969,22	**35x1,5**	0,69	172,20	774,90	46,10	10974	5530	17279,01	17279
Tlaková ztráta filtru pevných částic = 2x 1380 Pa												
Tlaková ztráta trojcestného ventilu = 2770 Pa												
KRS - větev č.4												
46	4,50	24,998	2149,44	**35x1,5**	0,75	200,60	902,70	46,10	12966	6600	20468,33	20468
Tlaková ztráta filtru pevných částic = 2x 1650 Pa												
Tlaková ztráta trojcestného ventilu = 3300 Pa												
Potrubí od KRS po AN1												
47	16,75	101,156	8697,85	**64x2**	0,87	121,50	2035,13	21,30	8061		10096,1	10096
Základní okruh zdroje tepla - vrat z AN												
48	4,10	23,030	1980,22	**54x2**	0,28	19,30	79,13	11,90	466	10670	11215,6	11216
Tlaková ztráta filtru pevných částic = 670 Pa												
Tlaková ztráta výměníku tepelného čerpadla = 10000 Pa												
49	4,30	46,060	3960,45	**54x2**	0,57	69,80	300,14	3,92	637		936,94	13196
50	2,65	69,090	5940,67	**54x2**	0,85	145,50	385,58	1,30	470		855,20	14051
51	27,83	92,120	7920,89	**54x2**	1,14	251,00	6985,33	10,50	6823	1240	15048,23	29099
Tlaková ztráta odlučovače kalů a nečistot = 1240 Pa												
52	1,20	86,540	7441,10	**54x2**	1,07	223,00	267,60	1,30	744		1011,79	30111
53	1,20	80,960	6961,31	**54x2**	1,00	196,60	235,92	1,30	650		885,92	30997
54	1,20	75,370	6480,65	**54x2**	0,93	171,90	206,28	1,30	562		768,47	31765
55	2,55	69,790	6000,86	**54x2**	0,86	148,70	379,19	8,00	2958		3337,59	35103

Základní ohruh zdroje tepla - přívod z TČ												
57	2,45	5,583	480,05	**35x1,5**	0,17	13,90	34,06	6,90	100	1872	2005,96	2006
Tlaková ztráta zásobníku pro ohřev teplé vody = 3900 Pa/m^3												
58	1,20	11,660	1002,58	**35x1,5**	0,35	50,30	60,36	0,90	55		115,49	2121
59	1,20	16,749	1440,15	**35x1,5**	0,50	95,70	114,84	0,90	113		227,34	227
60	2,00	22,330	1920,03	**35x1,5**	0,67	163,10	326,20	0,90	202		528,21	2650
61	30,88	92,120	7920,89	**54x2**	1,14	251,00	7749,63	13,42	8720	4980	21449,94	21677
Tlaková ztráta filtru pevných částic = 4980 Pa												
62	1,50	23,030	1980,22	**42x1,5**	0,47	66,90	100,35	9,30	1027		1127,54	22805
Přípojka k TČ												
62	1,50	23,030	1980,22	**54x2**	0,28	19,30	28,95	10,60	416	14980	15424,47	15424
Tlaková ztráta filtru pevných částic = 4980 Pa												
Tlaková ztráta výměníku tepelného čerpadla = 10000 Pa												
Přípojka k AZ 2												
63	1,80	5,583	480,05	**35x1,5**	0,17	13,90	25,02	6,60	95	1872	1992,59	1993
64	1,80	6,583	566,04	**35x1,6**	0,17	13,90	25,02	4,20	61		85,71	86
Tlaková ztráta zásobníku pro ohřev teplé vody = 3900 Pa/m^3												
Přípojka k AZ 1												
65	1,50	22,330	1920,03	**35x1,5**	0,67	163,10	244,65	4,20	943		1187,34	1187
Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu STAD = 17270 Pa												

B.10.2.6 SOLÁRNÍ SOSUSTAVA

B.10.2.6.1 STANOVENÍ PRŮTOKU V SOUSTAVE

Průtok jsem stanovil s ohledem na teplotním rozdíl ohřevu teplonosné látky pří průtoku jedním kolektorovým polem, tak aby nedocházelo k rychlému odparu při provozu a tím znehodnocení funkce celého systému.

Stanovený hmotnostní průtok **m** **35 kg.h^{-1}.m^{-2}**

Odpovídajíc teplotní rozdíl **Δt** **32 K**

Teplotní rozdíl

$$\Delta t = \frac{G_{T,VII} * \eta_k * A_{k,skut}}{c_t * m} \quad [K]$$

kde $G_{T,VII}$ - střední intenzita slunečního záření pro červenec [W.m^{-2}]

η_k - účinnost kolektoru [-]

$A_{B,skut}$ - navrhovaná aperturní plocha kolektorového bloku [m^2]

c_t - měrná tepelná kapacita teplonosné látky při provozní teplotě [kJ.kg^{-1}.K^{-1}]

m - stanovený hmotnostní průtok [kg.h^{-1}.m^{-2}]

Pro návrh solární soustavy jsem použil hodnoty fyzikálních veličin teplonosné látky Tyfocor (H30 L) výrobce BOSH.

Teplota směsi t (°C)	Vol.20% (do -10,6°C)	Vol.30% (do-19,3°C)	Vol.40% (do-27,8°C)	Vol.50% (do-45,0°C)	Vol.60% (do-50,0°C)
t=-30°C				ρ= 1066 C= 3350 λt= 0,354 ν=2,3500E-04 β= -	ρ= 1074 C= 3130 λt= 0,331 ν=4,4700E-04 β= -
t=-20°C			ρ= 1054 C= 3580 λt= 0,389 ν=4,8300E-05 β= -	ρ= 1063 C= 3390 λt= 0,363 ν=8,7800E-05 β= -	ρ= 1070 C= 3180 λt= 0,337 ν=1,5300E-04 β= -
t=-10°C		ρ= 1039 C= 3780 λt= 0,431 ν=1,2800E-05 β= -	ρ= 1051 C= 3610 λt= 0,399 ν=2,2800E-05 β= -	ρ= 1059 C= 3430 λt= 0,371 ν=3,8000E-05 β= -	ρ= 1066 C= 3220 λt= 0,344 ν=6,1600E-05 β= -
t = 0°C	ρ= 1025 C= 3940 λt= 0,479 ν=4,6800E-06 β= -	ρ= 1036 C= 3800 λt= 0,443 ν=7,5400E-06 β= -	ρ= 1047 C= 3650 λt= 0,409 ν=1,2100E-05 β= -	ρ= 1055 C= 3470 λt= 0,379 ν=1,8800E-05 β= -	ρ= 1061 C= 3260 λt= 0,350 ν=2,8700E-05 β= -
t = 10°C β při Δt= t – 10°C	ρ= 1022 C= 3960 λt= 0,493 ν=3,0800W-06 β= 0	ρ= 1033 C= 3830 λt= 0,455 ν=4,7600E-06 β= 0	ρ= 1043 C= 3680 λt= 0,419 ν=7,0400E-06 β= 0	ρ= 1050 C= 3500 λt= 0,386 ν=1,0400W-05 β= 0	ρ= 1056 C= 3310 λt= 0,356 ν=1,5300E-05 β= 0
t = 30°C β při Δt= t – 10°C	ρ= 1014 C= 4000 λt= 0,517 ν=1,6000E-06 β= 0,0078895	ρ= 1024 C= 3890 λt= 0,475 ν=2,2800E-06 β= 0,0087891	ρ= 1033 C= 3740 λt= 0,435 ν=3,0900E-06 β= 0,0096805	ρ= 1039 C= 3580 λt= 0,399 ν=4,3100E-06 β= 0,0105871	ρ= 1044 C= 3390 λt= 0,366 ν=5,9400E-06 β= 0,0114943
t = 50°C β při Δt= t – 10°C	ρ= 1004 C= 4050 λt= 0,537 ν=1,0100E-06 β= 0,0179283	ρ= 1013 C= 3940 λt= 0,491 ν=1,3400E-06 β= 0,0197433	ρ= 1021 C= 3810 λt= 0,448 ν=1,7600E-06 β= 0,0215475	ρ= 1027 C= 3660 λt= 0,410 ν=2,3800E-06 β= 0,0223953	ρ= 1031 C= 3480 λt= 0,373 ν=3,1600E-06 β= 0,0242483
t = 70°C β při Δt= t – 10°C	ρ= 992 C= 4090 λt= 0,551 ν=7,3000E-07 β= 0,0302419	ρ= 1000 C= 4000 λt= 0,503 ν=9,1000E-07 β= 0,0330000	ρ= 1007 C= 3880 λt= 0,456 ν=1,1800E-06 β= 0,0357498	ρ= 1013 C= 3740 λt= 0,417 ν=1,5600E-06 β= 0,0365252	ρ= 1015 C= 3570 λt= 0,379 ν=2,0200E-06 β= 0,0403941
t = 90°C β při Δt= t – 10°C	ρ= 978 C= 4140 λt= 0,559 ν=5,7000E-07 β= 0,0449898	ρ= 985 C= 4050 λt= 0,510 ν=6,8000E-07 β= 0,0487310	ρ= 991 C= 3950 λt= 0,463 ν=8,5000E-07 β= 0,0524723	ρ= 995 C= 3810 λt= 0,421 ν=1,0800E-06 β= 0,0552764	ρ= 998 C= 3660 λt= 0,382 ν=1,3400E-06 β= 0,0581162
t=110°C β při Δt= t – 10°C	ρ= 962 C= 4180 λt= 0,565 ν=4,5000E-07 β= 0,0623701	ρ= 968 C= 4110 λt= 0,514 ν=5,3000E-07 β= 0,0671488	ρ= 973 C= 4010 λt= 0,466 ν=6,0000E-07 β= 0,0719424	ρ= 976 C= 3890 λt= 0,423 ν=7,0000E-07 β= 0,0758197	ρ= 978 C= 3750 λt= 0,382 ν=8,1000E-07 β= 0,0797546

Tab. 35: Fyzikální vlastnosti nemrznoucí směsi Tyfocor L [51]

kde

ρ - hustota [kg/m3]

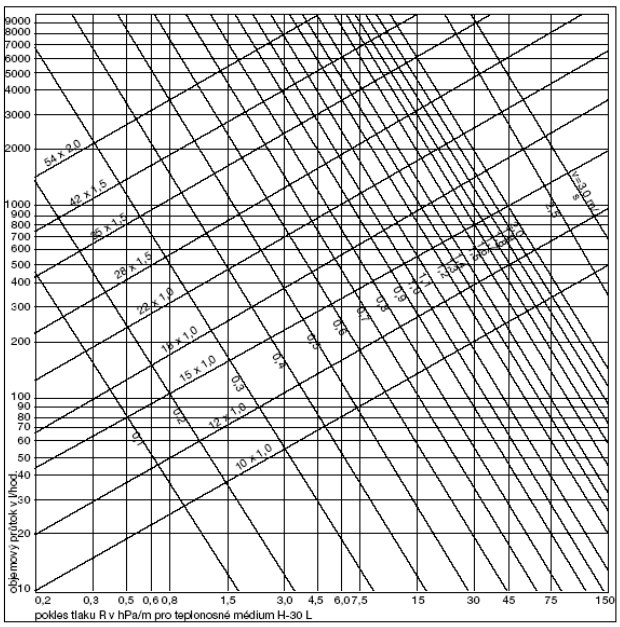
c - měrná tepelná kapacita [$J.kg^{-1}.K^{-1}$]

λ_t - teplotní vodivost [$W.m^{-1}.K^{-1}$]

ν - kinematická viskozita [$m^2.s^{-1}$]

β - součinitel teplotní roztažnosti [K^{-1}]

Pro stanovení průměrů potrubí, měrné tlakové ztráty a rychlostí proudění teplonosné látky jsem použil digram odporu v potrubí pro měděné trubky výrobce solárního systému STIEBEL-ELTRON. Pro stanovení tlakové ztráty místními odpory jsem uvažoval 30% navýšení hodnoty tlakové ztráty třením z důvodů odlišných vlastností nemrznoucí směsi od vody.



Obr. 36: Digram odporu v potrubí pro měděné trubky [52]

B.10.2.6.2 STANOVENÍ PRŮTOKU V SOUSTAVE

Tab. 36: Dimenzování potrpí solární soustavy

č. úseku	Délka úseku	Průtok	Vnější Ø x tl. stěny	Rychlost prodění	Tlak. ztráta třením	Tlak. ztráta třením	Tlak. ztráta místními odpory = 30% (R.L)	Tlak. ztráta prvků soustavy	Celková tlak. Ztráta	Dispoziční tlak
i	l [m]	m [kg/h]	**Ø x tl. [mm]**	v [m/s]	R [Pa/m]	R.L [Pa]	Z [Pa]	Δp_Z [Pa]	R.l+Z+Δp_Z [Pa]	Δp_{DIS} [Pa]
Základní okruh - kolektorový blok B6 - přívod do AZ 2										
1	10,60	307,20	**22x1**	0,27	72	766,38	996	3585	5347,67	5348
Tlaková ztráta kolektoru =					3585	Pa				
Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu =					1500	Pa				
2	7,80	614,40	**28x1,5**	0,35	85,20	664,56	864		1528,49	6876
3	8,30	921,60	**35x1,5**	0,32	53,10	440,73	573		1013,68	7890
4	7,80	1228,80	**35x1,5**	0,42	85,60	667,68	868		1535,66	9426
5	7,80	1536,00	**35x1,5**	0,53	129,20	1007,76	1310		2317,85	11743
6	32,42	1843,20	**35x1,5**	0,63	175,70	5696,19	7405		13101,25	24845
7	1,20	1382,40	**35x1,5**	0,47	104,40	125,28	163		288,14	25133
8	1,20	921,60	**35x1,5**	0,32	53,10	63,72	83		146,56	25279
9	3,95	460,80	**28x1,5**	0,26	50,80	200,66	261	1475	1936,52	**27216**
Tlaková ztráta zásobníku pro ohřev teplé vody =					3200	Pa/m^3				
Základní okruh - kolektorový blok B6 - vrat z AZ 2										
10	3,70	460,80	**28x1,5**	0,26	50,80	187,96	244		432,31	
11	1,20	921,60	**35x1,5**	0,32	53,10	63,72	83		146,56	
12	1,20	1382,40	**35x1,5**	0,47	104,40	125,28	163		288,14	
13	28,63	1843,20	**35x1,5**	0,63	175,70	5030,29	6539		11569,67	
14	8,70	307,20	**22x1**	0,27	72	629,01	818		1446,72	
kolektorový blok B1 - přívod do AZ 2										
15	7,80	1536,00	**35x1,5**	0,53	129,20	1007,76	1310		2317,85	
16	7,80	1228,80	**35x1,5**	0,42	85,60	667,68	868		1535,66	
17	8,30	921,60	**35x1,5**	0,32	53,10	440,73	573		1013,68	
18	7,80	614,40	**28x1,5**	0,35	85,20	664,56	864		1528,49	
19	10,60	307,20	**22x1**	0,27	72	766,38	996		1762,67	
Přípojka bloku slolárních kolektorů										
20	9,00	307,20	**22x1**	0,27	72	650,70	846		1496,61	
21	2,80	307,20	**22x1**	0,27	72	202,44	263	5085	5550,61	
Tlaková ztráta vyvažovacího ventilu =					1500	Pa				
Tlaková ztráta kolektoru =					3585	Pa				
Přípojka akumulační nádže										
22	2,75	460,80	**28x1,5**	0,26	50,80	139,70	182		321,31	
23	2,30	460,80	**28x1,5**	0,26	50,80	116,84	152	1475	1743,73	
Tlaková ztráta zásobníku pro ohřev teplé vody =					3200	Pa/m^3				

B.11 NÁVRH OBĚHOVÝCH ČERPADEL

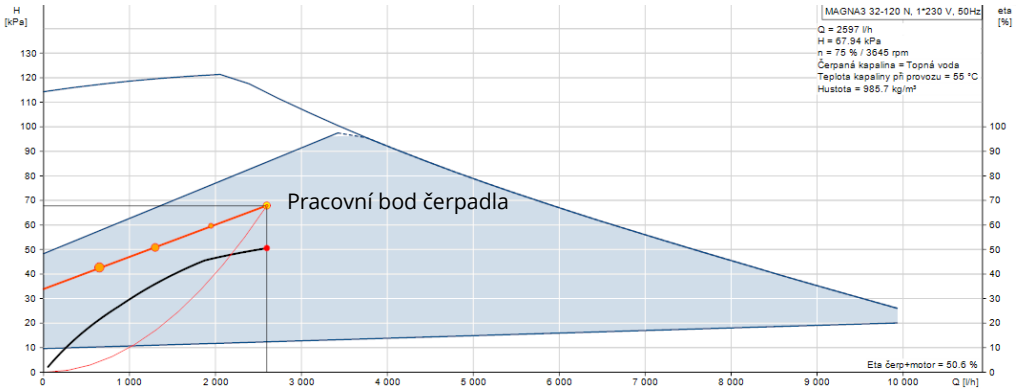
Pro návrh oběhových čerpadel distribuce topné vody jsem použil návrhovou aplikaci GRUNDFOS Product center [53]

B.11.1 VĚTEV Č. 1

Hmotnostní průtok	m	2 596,82 kg.h^{-1}
Dispoziční tlak potrubí	$\Delta p_{DIS,p}$	31 142 Pa
Dispoziční tlak potrubí od rozdělovače	$\Delta p_{DIS,RS}$	26 587 Pa
Dispoziční tlak potrubí od AN do RS	$\Delta p_{DIS,AN}$	10 096 Pa

Celková tlaková ztráta $\Delta p_{č}$ = 31 142 + 26 587 + 10 096 = 67 825 Pa = dopravní výška čerpadla

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 32-120



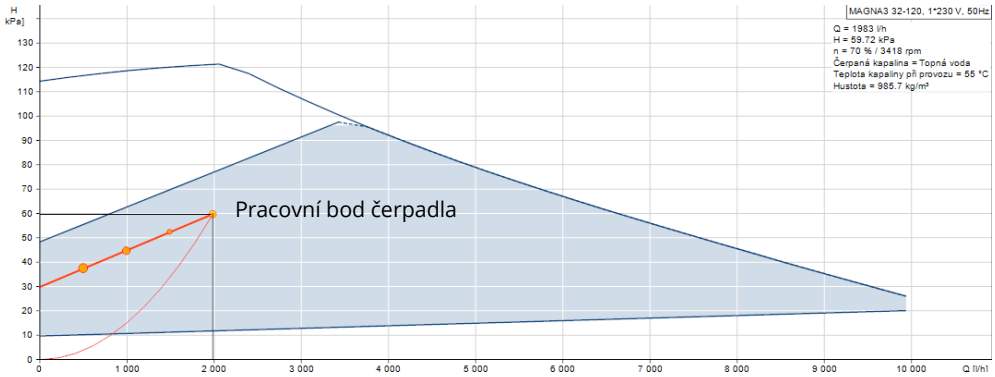
Obr. 37: Pracovní bod oběhového čerpadla GRUNDFOS MAGNA3 32-120 pro větev č.1 [53]

B.11.2 VĚTEV Č. 2

Hmotnostní průtok	m	1 982,37 kg.h^{-1}
Dispoziční tlak potrubí	$\Delta p_{DIS,p}$	32 162 Pa
Dispoziční tlak potrubí od rozdělovače	$\Delta p_{DIS,RS}$	17 359 Pa
Dispoziční tlak potrubí od AN do RS	$\Delta p_{DIS,AN}$	10 096 Pa

Celková tlaková ztráta $\Delta p_{\check{c}}$ = 32 162 + 17 359 + 10 096 = 59 617 Pa = dopravní výška čerpadla

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 32-120



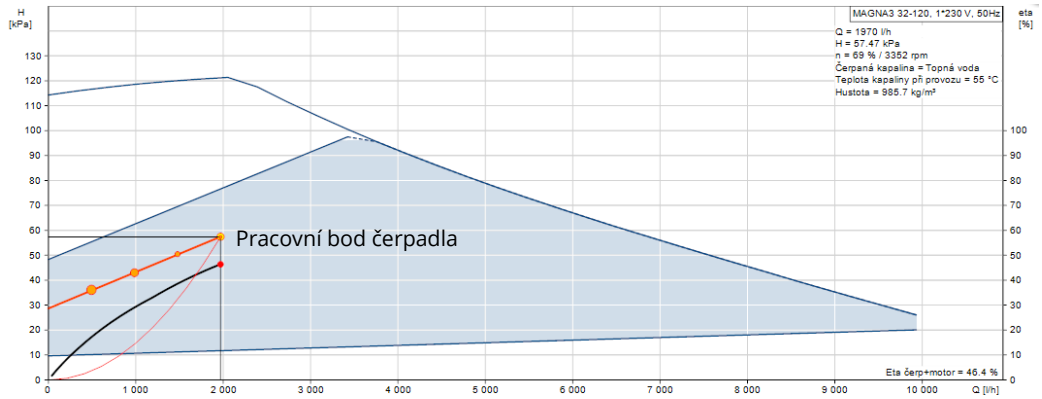
Obr. 38: Pracovní bod oběhového čerpadla GRUNDFOS MAGNA3 32-120 pro větev č.2 [53]

B.11.3 VĚTEV Č. 3

Hmotnostní průtok	m	1 969,22 kg.h^{-1}
Dispoziční tlak potrubí	$\Delta p_{DIS,p}$	29 991 Pa
Dispoziční tlak potrubí od rozdělovače	$\Delta p_{DIS,RS}$	17 279 Pa
Dispoziční tlak potrubí od AN do RS	$\Delta p_{DIS,AN}$	10 096 Pa

Celková tlaková ztráta $\Delta p_{\check{c}}$ = 29 991 + 17 279 + 10 096 = 57 366 Pa = dopravní výška čerpadla

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 32-120



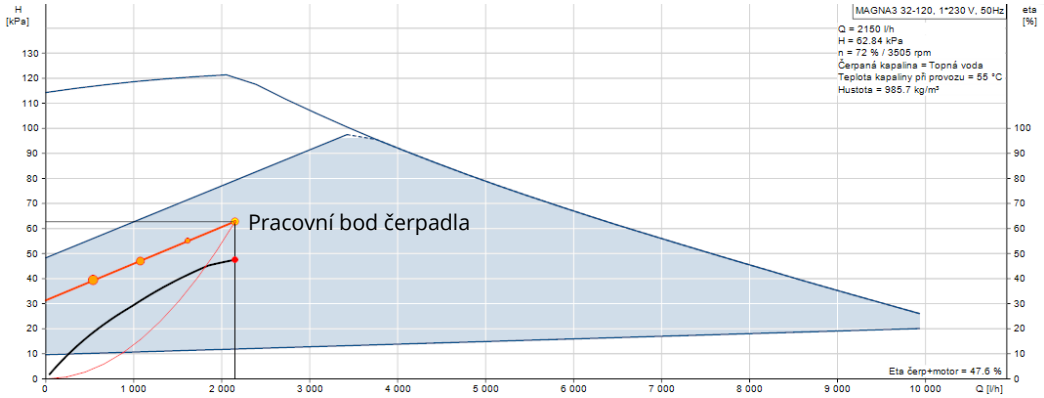
Obr. 39: Pracovní bod oběhového čerpadla GRUNDFOS MAGNA3 32-120 pro větev č.3 [53]

B.11.4 VĚTEV Č. 4

Hmotnostní průtok	m	2 149,44 kg.h^{-1}
Dispoziční tlak potrubí	$\Delta p_{DIS,p}$	32 161 Pa
Dispoziční tlak potrubí od rozdělovače	$\Delta p_{DIS,RS}$	20 468 Pa
Dispoziční tlak potrubí od AN do RS	$\Delta p_{DIS,AN}$	10 096 Pa

Celková tlaková ztráta $\Delta p_{č}$ = 32 161 + 20 468 + 10 096 = 62 725 Pa = dopravní výška čerpadla

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 32-120



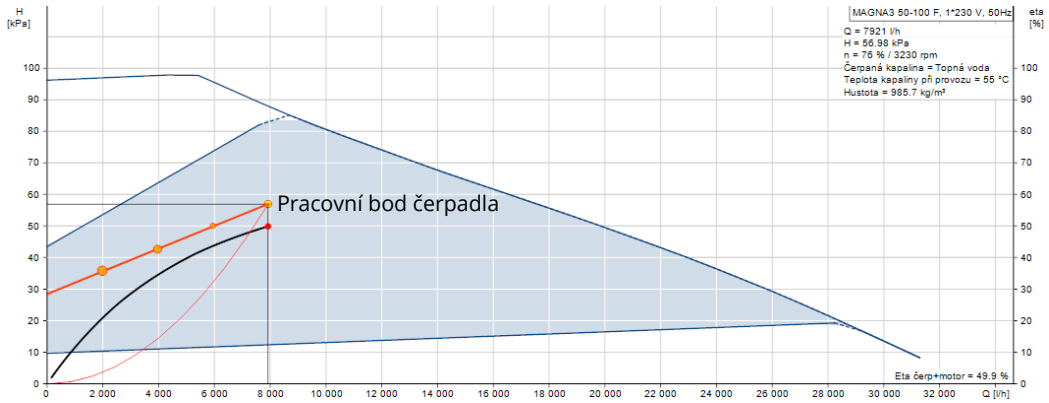
Obr. 40: Pracovní bod oběhového čerpadla GRUNDFOS MAGNA3 32-120 pro větev č.4 [53]

B.11.5 OKRUH ZROJE TEPLA – TEPELNÁ ČERPADLA

Hmotnostní průtok	m	7 920,89 kg.h^{-1}
Dispoziční tlak vratného potrubí	$\Delta p_{DIS,p}$	34 060 Pa
Dispoziční tlak přívodního potrubí	$\Delta p_{DIS,p}$	22 805 Pa

Celková tlaková ztráta $\Delta p_{č}$ = 34 060 + 22 805 = 56 865 Pa = dopravní výška čerpadla

Navrhuji oběhové čerpadlo GRUNDFOS MAGNA3 50-100 F



Obr. 41: Pracovní bod oběhového čerpadla GRUNDFOS MAGNA3 50-100 F pro okruh zdroje tepla [53]

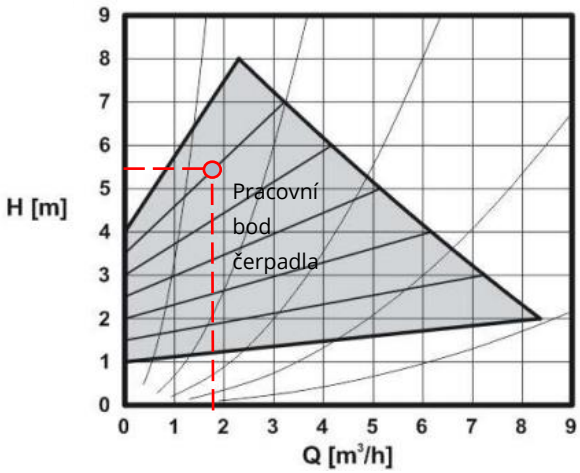
B.11.6 SOLÁRNÍ SKUPINA

Hmotnostní průtok	m	1 843,20 kg.h^{-1}
Dispoziční tlak potrubí	$\Delta p_{DIS,p}$	34 060 Pa

Celková tlaková ztráta $\Delta p_{č}$ = 34 060 + 22 805 = 56 865 Pa = 0,569 bar = 5,69 m = dopravní výška čerpadla

Navrhuji solární skupinu REGULUS S2 Solar 2 s oběhovým čerpadlem WILO Stratos PARA 25/1-8.

Obr. 42: Solární skupina REGULUS S2 Solar 2 [54]



Obr. 43: Pracovní bod čerpadla solární skupiny REGULUS S2 Solar 2 [54]

B.12 ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Návrh zabezpečovacího zařízení jsem provedl dle ČSN 06 0830 [7]. Při provozu vytápění dochází k objemovým změnám vody v soustavě, které by mohli poškodit nebo úplně zničit potrubí nebo zařízení soustavy. Pro pokrytí roztažnosti vody, bez nedovoleného navýšení tlaku a zbytečné ztráty kapaliny způsobené otevřením pojistného ventilu, navrhuji tlakovou expanzní nádobu s membránou. Expanzní nádoba (EN) bude instalována na okruhu zdroje tepla – kaskáda tepelných čerpadel a na okruhu distribuce topné vody. Dále bude instalována EN na rozvodu solární soustavy za solární skupinou s předřazenou vychlazovací nádobou.
Pro ochranu zařízení proti překročení nejvyššího dovoleného přetlaku navrhuji pojistný ventil, který sníží přetlak vypuštěním potřebného množství vody ze soustavy. Pojistný ventil (PV) bude instalován před každým tepelným čerpadlem a za akumulační nádrží na straně připojení kombinovaného rozdělovače a sběrače. Pro provoz solární soustavy bude instalován PV jako součást solární skupiny.

Dále na výstupu teplé vody ze zásobníku teplé vody a dle požadavků, ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení, na vstupu studené vody do zásobníku TV, jejichž návrh provede specialista ZTI.

Prvek soustavy VTP	Nejvyšší přetlak [MPa]	Objem vody [l]
otopná tělesa	1,0	1012
potrubí – okruh zdroje tepla	3,8	276
potrubí – okruh VTP	3,8	304
kalorimetr	1,6	-
vyvažovací ventil STAD	2,0	-
trojcestný směšovací ventil	1,0	-
odlučovač kalu a nečistot	1,0	-
KRS	0,6	-
akumulační nádrž	0,3	1503
zásobník TV (výměník)	1,0	206
tepelné čerpadlo	0,3	-
Prvek solární soustavy	Nejvyšší přetlak [Mpa]	Objem vody [l]
kolektory	0,6	36
potrubí (35x1,5)	4,5	119
solární skupina	1,6	-
vyvažovací ventil	0,8	-
oddělovací nádrž	1,0	60
zásobník TV (výměník)	1,0	86

Tab. 37: Nejvyšší dovolený přetlak a objem vody v zařízení

B.12.1 EXPANZNÍ NÁDOBA PRO OKRUH ZDROJE TEPLA

Teplota otopné vody	t_{w1}	55 °C
Hustota vody při t_{w1}	ρ_{tw1}	985,7 kg.m^{-3}
Výška otopné soustavy	h	14,8 m
Minimální tlak v nejvyšším místě soustavy	p_d	150 kPa
Výška manometrické roviny	h_{mr}	0,25 m
Celkový objem vody	V_A	1985 l
Výkon tepelného čerpadla = pojistný výkon Q_p	Q_n	32,30 kW (při t_e = 20 °C)
Součinitel roztažnosti média	n	0,0138

Nastavení tlaku plynu v nádobě

$$p_o = \frac{h}{10} + 0{,}2\ bar = \frac{14{,}8}{10} + 0{,}2 = 1{,}68\ bar = 168\ kPa$$

Plnící tlak

$$p_f = p_o + 0{,}3\ bar = 1{,}68 + 0{,}3 = 1{,}98\ bar = 198\ kPa$$

Nejnižší dovolený provozní přetlak

$$p_{ddov} \geq 1{,}1 * h * \rho * g * 10^{-3} + p_z = 1{,}1 * 14{,}8 * 1000 * 10 * 10^{-3} + 20 = 182{,}8\ kPa$$

→ **Navrhuji $\boldsymbol{p_{ddov} = 190\ kPa}$**

kde h - výška otopné soustavy [m]
ρ - hustota vody [kg.m^{-3}]
g - gravitační zrychlení = 9,81 ≈ 10 m.s^{-1}
p_z - tlaková ztráta části soustavy mezi neutrálním bodem a nejvyšším místem ve směru proudění

Nejvyšší dovolený přetlak v soustavě

$$p_{h,dov} \leq p_k - (h_{mr} * \rho * g * 10^{-3}) = 300 - (0{,}25 * 1000 * 10 * 10^{-3}) = 297{,}5\ kPa$$

→ **Navrhuji $\boldsymbol{p_{hdov} = 250\ kPa}$**

kde p_k - minimální konstrukční přetlak zařízení [kPa]
h_{mr} - výška manometrické roviny
ρ - hustota média [kg.m^{-3}]
g - gravitační zrychlení [m.s^{-1}]

Expanzní objem nádoby

$$V_e = 1{,}3 * V_A * n = 1{,}3 * 1985 * 0{,}0138 = 35{,}13\ l$$

kde V_A - celkový objem vody [l]

n - součinitel roztažnosti média [-]

Předběžný objem expanzní nádoby

$$V_{cp} = \frac{V_e * (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0{,}03513 * (250 + 100)}{(250 - 190)} = 205\ l$$

kde V_e - expanzní objem nádoby [m^3]

p_{hp} - předběžný nejvyšší provozní přetlak [kPa]

p_d - nejnižší provozní přetlak

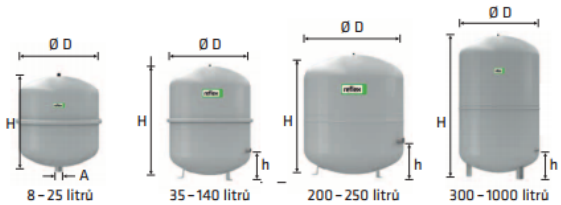
p_h - nevyšší provozní přetlak

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 10 + 0{,}6 * {Q_p}^{0{,}5} = 10 + 0{,}6 * 32{,}30^{0{,}5} = 13{,}41\ mm \rightarrow DN15$$

Návrh expanzní nádoby dle podkladů výrobce

- pro uzavřené soustavy topení a chlazení
- závitové připojení
- od 35 litrů stojaté provedení
- membrána podle DIN EN 13831
- přípustná teplota 70 °C
- koncentrace glykolu max 30 %
- schválení podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG



	Typ * 6 bar /120 °C	Obj. číslo šedá	Obj. číslo bílá	Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
6 bar	NG 8/6	8230100	7230107	96	1,6	206	285	–	R ¾	1,5
	NG 12/6	8240100	7240107	72	2,4	280	275	–	R ¾	1,5
	NG 18/6	8250100	7250107	56	3,4	280	345	–	R ¾	1,5
	NG 25/6	8260100	7260107	42	4,2	280	465	–	R ¾	1,5
	NG 35/6	8270100	7270107	24	4,8	354	460	130	R ¾	1,5
	NG 50/6	8001011	7001100	24	5,7	409	493	175	R ¾	1,5
	NG 80/6	8001211	7001300	12	8,7	480	565	175	R 1	1,5
	NG 100/6	8001411	7001500	10	11,4	480	670	175	R 1	1,5
	NG 140/6	8001611	7001700	6	13,1	480	912	175	R 1	1,5
6 bar	N 200/6	8213300	–	4	22,0	634	758	205	R 1	1,5
	N 250/6	8214300	–	4	24,7	634	888	205	R 1	1,5
	N 300/6	8215300	–	–	27,0	634	1092	235	R 1	1,5

Tab. 38: Technické informace REFLEX NG a REFLEX N [55]

Navrhuji tlakovou expanzní nádobu s membránou REFLEX N 250/6, o jmenovitém objemu 250 l .

B.12.2 EXPANZNÍ NÁDOBA PRO OKRUH DISTRIBUCE TOPNÉ VODY

Teplota otopné vody	t_{w1}	55 °C
Hustota vody při t_{w1}	ρ_{tw1}	985,7 kg.m^{-3}
Výška otopné soustavy	h	14,5 m
Výška manometrické roviny	h_{mr}	2,3 m
Celkový objem vody	V_A	1522 l
Přenášený výkon	Q_n	101,16 kW = pojistný výkon Q_p
Součinitel roztažnosti média	n	0,0138

Nastavení tlaku plynu v nádobě

$$p_o = \frac{h}{10} + 0{,}2\ bar = \frac{14{,}5}{10} + 0{,}2 = 1{,}65\ bar = 165\ kPa$$

Plnící tlak

$$p_f = p_o + 0{,}3\ bar = 1{,}65 + 0{,}3 = 1{,}95\ bar = 195\ kPa$$

Nejnižší dovolený provozní přetlak

$$p_{ddov} \geq 1{,}1 * h * \rho * g * 10^{-3} + p_z = 1{,}1 * 14{,}5 * 1000 * 10 * 10^{-3} + 20 = 179{,}5\ kPa$$

→ **Navrhuji $\boldsymbol{p_{ddov} = 180\ kPa}$**

Nejvyšší dovolený přetlak v soustavě

$$p_{h,dov} \leq p_k - (h_{mr} * \rho * g * 10^{-3}) = 300 - (2{,}3 * 1000 * 10 * 10^{-3}) = 277\ kPa$$

→ **Navrhuji $\boldsymbol{p_{hdov} = 250\ kPa}$**

Expanzní objem nádoby

$$V_e = 1{,}3 * V_A * n = 1{,}3 * 1522 * 0{,}0138 = 27{,}3\ l$$

Předběžný objem expanzní nádoby

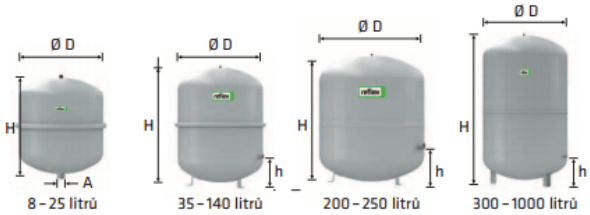
$$V_{cp} = \frac{V_e * (p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = \frac{0{,}0273 * (250 + 100)}{(250 - 180)} = 136{,}5\ l$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 10 + 0{,}6 * {Q_p}^{0{,}5} = 10 + 0{,}6 * 101{,}16^{0{,}5} = 16{,}03\ mm \rightarrow DN20$$

Návrh expanzní nádoby dle podkladů výrobce

- pro uzavřené soustavy topení a chlazení
- závitové připojení
- od 35 litrů stojaté provedení
- membrána podle DIN EN 13831
- přípustná teplota 70 °C
- koncentrace glykolu max 30 %
- schválení podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EG



6 bar	Typ * 6 bar /120 °C	Obj. číslo šedá	Obj. číslo bílá	Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
	NG 8/6	8230100	7230107	96	1,6	206	285	–	R ¾	1,5
	NG 12/6	8240100	7240107	72	2,4	280	275	–	R ¾	1,5
	NG 18/6	8250100	7250107	56	3,4	280	345	–	R ¾	1,5
	NG 25/6	8260100	7260107	42	4,2	280	465	–	R ¾	1,5
	NG 35/6	8270100	7270107	24	4,8	354	460	130	R ¾	1,5
	NG 50/6	8001011	7001100	24	5,7	409	493	175	R ¾	1,5
	NG 80/6	8001211	7001300	12	8,7	480	565	175	R 1	1,5
	NG 100/6	8001411	7001500	10	11,4	480	670	175	R 1	1,5
	NG 140/6	8001611	7001700	6	13,1	480	912	175	R 1	1,5

Tab. 39: Technické informace REFLEX NG [55]

Navrhuji tlakovou expanzní nádobu s membránou REFLEX NG140/6, o jmenovitém objemu 140 l .

B.12.3 EXPANZNÍ NÁDOBA PRO SOLÁRNÍ SOUSTAVU

Výška soustavy od napojení EN	h_s	14,2 m
Minimální tlak v nejvyšším místě soustavy	p_d	150 kPa
Otevírací přetlak pojistného ventilu	p_o	600 kPa
Hustota teplonosné látky při t_o = 10 °C	ρ_{to}	1043 kg.m^{-3}
Hustota teplonosné látky při t_{max} = 110 °C	ρ_{tmax}	973 kg.m^{-3}

Plnící tlak

$$p_o = h_s * \rho_{to} * g + p_d = 14{,}2 * 1043 * 10 + 150 = 148{,}26\ kPa$$

Maximální provozní přetlak pro p_o 600 kPa

$$p_e = 0{,}9 * p_o = 0{,}9 * 600 = 540\ kPa$$

Součinitel objemové roztažnosti

$$\beta = \frac{\rho_{to}}{\rho_{max}} - 1 = \frac{1043}{973} - 1 = 0{,}0719$$

Objem vody kapaliny v soustavě

$$V = V_{tr} + V_k + V_{zař} = 119 + 36 + 60 + 86 = 301\ l$$

kde V_{tr} - objem vody v potrubí [l]
V_k - objem vody v kolektorech [l]
$V_{zař}$ - objem vody v zařízení (vyrovnávací nádrž, výměník zásobníku teplé vody [l]

Objem teplonosné látky v EN ve studeném stavu

$$V_s = (0{,}01 - 0{,}02) * V = (0{,}01 - 0{,}02) * 301 = 6{,}02\ \ l$$

Minimální objem expanzní nádoby

$$V_{EN} = (V_s + V * \beta + V_k) * \frac{p_e + 100}{p_e - p_o} = (6{,}02 + 301 * 0{,}0719 + 36) * \frac{540 + 100}{540 - 148{,}26} = 104{,}01\ l$$

Pojistný výkon

Pojistný výkon se navrhuje pro nulové tepelné ztráty a maximální hodnotu intenzity slunečního záření.

$$Q_p = \eta_o * A_{k,skut} * G = 0{,}83 * 57{,}6 * 1000 = 47808\ W$$

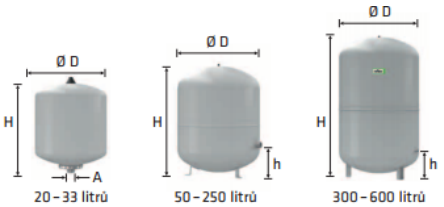
kde η_o - optická účinnost kolektoru [-]
$A_{k,skut}$ - navržená plocha kolektorů [m^2]
G - maximální intenzita slunečního záření = 1000 W.m^{-2}

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 10 + 0{,}6 * {Q_p}^{0{,}5} = 10 + 0{,}6 * 47{,}808^{0{,}5} = 14{,}15mm \rightarrow DN15$$

Návrh expanzní nádoby dle podkladů výrobce

- pro solární, topné a chladící soustavy
- pro koncentrace nemrznoucí směsi do 50 %
- se závitovým připojením
- membrána podle DIN EN 13831, přípustná teplota 70 °C
- schválení podle směrnice pro tlakové zařízení 87/23/EG
- 33 litrů s upevňovacími závěsy, od 50 litrů s nožičkami



10 bar	Typ * 10 bar /120 °C	Obj. číslo šedá	Obj. číslo bílá	Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A	Přetlak plynu (bar)
	S 2/10	8707700	–	280	1,0	132	260	–	G ¾	0,5
	S 8/10	8703900	9702600	96	2,5	206	316	–	G ¾	1,5
	S 12/10	8704000	9702700	72	2,5	280	300	–	G ¾	1,5
	S 18/10	8704100	9702800	56	3,2	280	374	–	G ¾	1,5
	S 25/10	8704200	9702900	42	4,5	280	496	–	G ¾	1,5
	S 33/10	8706200	9706300	24	6,3	354	455	–	G ¾	1,5
	S 50/10	8209500	–	20	9,5	409	469	158	R ¾	3,0
	S 80/10	8210300	–	12	14,6	480	538	166	R 1	3,0
	S 100/10	8210500	–	10	15,5	480	644	166	R 1	3,0
	S 140/10	8211500	–	6	17,4	480	941	210	R 1	3,0
	S 200/10	8213400	–	–	35,6	634	758	205	R 1	3,0

Tab. 40: Technické informace REFLEX S [55]

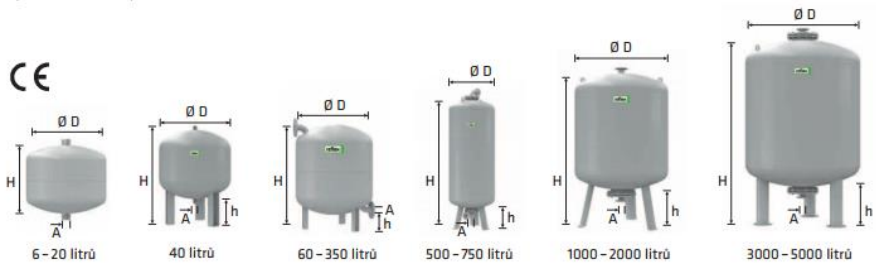
Navrhuji tlakovou expanzní nádobu s membránou REFLEX S 140/10, o jmenovitém objemu 140 l .

B.12.4 NÁVRH ODDĚLOVACÍ NÁDRŽE PRO EXPANZNÍ NÁDRŽ SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Pro ochranu membrány EN solární soustavy před působením nedovolené teploty navrhuji předřazenou oddělovací nádrž. Oddělovací nádoba je nahoře připojena k systému a expandující voda ze systému, s teplotou větší než 70 °C, vytlačuje chladnější vodu z oddělovací nádoby do expanzní nádoby.

Objem oddělovací nádrže dle podkladů výrobce

$$V_N = \frac{n}{100} * V + V_k = \frac{6{,}39}{100} * 301 + 36 = 55{,}24\ l$$



10 bar	Typ * 6 bar /120 °C	Obj. číslo šedá	Počet na paletě	Hmotnost (kg)	Ø D (mm)	H (mm)	h (mm)	A
	V 6/10	8403100	96	2,0	206	244	–	R ¾
	V 12/10	8403200	72	3,0	280	287	–	R ¾
	V 20/10	8402000	42	4,0	280	360	–	R ¾
	V 40/10	8403400	18	7,8	409	562	113	R 1
	V 60/10	8402600	12	23,0	409	732	172	R 1

Tab. 41: Technické informace REFLEX V [55]

Navrhuji oddělovací nádrž REFLEX V 60/10, o jmenovitém objemu 60 l.

B.12.5 NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU TEPELNÉHO ČERPADLA

Teplota otopné vody	t_{w1}	55 °C
Hustota vody při t_{w1}	ρ_{tw1}	985,7 kg.m^{-3}
Výška otopné soustavy	h	14,8 m
Výška manometrické roviny	h_{mr}	0,25 m
Výkon tepelného čerpadla	Q_n	32,30 kW (při t_e = 20 °C) = pojistný výkon Q_p

Nejvyšší dovolený přetlak

$$p_{h,dov} \leq p_k - (h_{mr} * \rho * g * 10^{-3}) = 300 - (0{,}25 * 1000 * 10 * 10^{-3}) = 297{,}5\ kPa$$

kde p_k - minimální konstrukční přetlak zařízení [kPa]
h_{mr} - výška manometrické roviny
ρ - hustota média [kg.m^{-3}]
g - gravitační zrychlení [m.s^{-1}]

Otevírací přetlak pojistného ventilu

$p_o = p_{h,dov} = 297{,}5\ kPa \rightarrow$ **Navrhuji** $\boldsymbol{p_o = 250\ kPa}$

Průřez sedla pojistného ventilu

$$S_o = \frac{2*Q_p}{\alpha_v*\sqrt{p_o}} = \frac{2*32{,}3}{0{,}684*\sqrt{250}} = 5{,}97\ mm^2$$

kde Q_p - pojistný výkon [kW]
α_v - výtokový součinitel pojistného ventilu [-]
p_o - otevírací přetlak pojistného ventilu [kPa]

Ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 * \left(\frac{S_o}{\pi}\right)^{0{,}5} =* \left(\frac{7{,}44}{\pi}\right)^{0{,}5} = 2{,}75\ mm^2$$

Průměr sedla skutečného pojistného ventilu

$$d_o = a * d_i = 1{,}126 * 2{,}75 = 3{,}097\ mm$$

kde a - součinitel zvětšení sedla [-]

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1{,}4 * {Q_p}^{0,5} = 15 + 1{,}4 * 32{,}3 = 22{,}96\ mm \rightarrow DN25$$

Návrh pojistného ventilu

Návrh jsme provedl na základě dimenze pojistného potrubí

Typové označení	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm²]	Zaručený výtokový součinitel α_w [-]	Otevírací tlak p_o [kPa] Při p_o do 300 kPa tolerance ± 10 % Při p_o nad 300 kPa tolerance ± 30 kPa
Pro topení:				
1/2" × 1/2"	15	177	0,540	200; 250; 300; 600; 800
1/2" × 3/4"	15	177	0,540	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
3/4" × 3/4"	20	177	0,580	200; 250; 300; 600; 800
3/4" × 1"	20	177	0,580	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1" × 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" × 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1 1/2" × 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
2" × 2 1/2"	50	1589	0,576	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000

Tab. 42: Technické informace k pojišťovacím ventilům MIEBES [56]

Na základě dimenze vstupního pojistného potrubí navrhuji pojistný ventil MEIBES 1"x1 ¼", DN25, otevírací přetlak ventilu = 250 kPa.

B.12.6 NÁVRH POJISTNÉHO VENTILU AKUMULAČNÍ NÁDRŽE

Teplota otopné vody	t_{w1}	55 °C
Hustota vody při t_{w1}	ρ_{tw1}	985,7 kg.m^{-3}
Výška otopné soustavy	h	14,5 m
Výška manometrické roviny	h_{mr}	2,3 m
Přenášený výkon	Q_n	101,16 kW = pojistný výkon Q_p

Nejvyšší dovolený přetlak

$$p_{h,dov} \leq p_k - (h_{mr} * \rho * g * 10^{-3}) = 300 - (2{,}3 * 1000 * 10 * 10^{-3}) = 277\ kPa$$

Otevírací přetlak pojistného ventilu

$p_o = p_{h,dov} = 277\ kPa \rightarrow$ **Navrhuji** $\boldsymbol{p_o = 250\ kPa}$

Průřez sedla pojistného ventilu

$$S_o = \frac{2*Q_p}{\alpha_v*\sqrt{p_o}} = \frac{2*101,16}{0,693*\sqrt{250}} = 18,46\ mm^2$$

Ideální průměr sedla pojistného ventilu

$$d_i = 2 * \left(\frac{S_o}{\pi}\right)^{0,5} =* \left(\frac{18,46}{\pi}\right)^{0,5} = 4,85\ mm^2$$

Průměr sedla skutečného pojistného ventilu

$$d_o = a * d_i = 1,126 * 4,85 = 5,46\ mm$$

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 * {Q_p}^{0,5} = 15 + 1,4 * 101,16^{0,5} = 29,08\ mm \rightarrow DN32$$

Návrh pojistného ventilu

Návrh jsme provedl na základě dimenze pojistného potrubí.

Typové označení	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm²]	Zaručený výtokový součinitel α_w [-]	Otevírací tlak p_o [kPa] Při p_o do 300 kPa tolerance ± 10 % Při p_o nad 300 kPa tolerance ± 30 kPa
Pro topení:				
1/2" × 1/2"	15	177	0,540	200; 250; 300; 600; 800
1/2" × 3/4"	15	177	0,540	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
3/4" × 3/4"	20	177	0,580	200; 250; 300; 600; 800
3/4" × 1"	20	177	0,580	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1" × 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1 1/4" × 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
1 1/2" × 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000
2" × 2 1/2"	50	1589	0,576	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550; 600; 700; 800; 900; 1000

Tab. 43: Technické informace k pojišťovacím ventilům MIEBES [56]

Na základě dimenze vstupního pojistného potrubí navrhuji pojistný ventil MEIBES 1 1/4"x1 1/2", DN32, otevírací přetlak ventilu = 250 kPa.

Obr. 44: Pojišťovací ventil MIEBES [56]

B.12.7 POSOUZENÍ POJISTNÉHO VENTILU SOLÁRNÍ SOUSTAVY

Pojistný ventil solární soustavy je součástí solární skupiny REGULUS S2 Solar 2. Je nutné ověřit, zda je tento PV pro účely provozu navržené solární soustavy vyhovující a popřípadě navrhnout nový PV.

Pojistný výkon	Q_p	47,81 kW
Otevírací tlak pojistného ventilu, DN25/20	p_o	600 kPa
Výtokový součinitel	α_v	0,6
Konstanta stavu vodní páry při p_o	K	2,1 kW.mm^{-2}

Vnitřní průměr pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1{,}4 * {Q_p}^{0{,}5} = 15 + 1{,}4 * 47{,}81^{0{,}5} = 24{,}68\ mm \rightarrow DN25$$

Závěr

Pojistný ventil výrobce solární skupiny lze použít pro navrženou solární skupinu

Obr. 45: Pojišťovací ventil pro solární soustavy REGULUS [57]

B.13 NÁVRH KOMBINOVANÉHO ROZDĚLOVAČE A SBĚRAČE

Pro distribuci topné vody a rozdělení systému vytápění do distribučních větví navrhuji kombinovaný rozdělovač a sběrač RS KOMBI výrobce ETL. Ve výkresu značeno jako KRS. Výrobce udává spektrum výrobků tzv. modulem (modul = délka strany čtverce strany obou komor) pro různé výkony nebo průtoky přenášené KRS. KRS bude osazen na nosných konzolách v osové vzdálenosti 1000 mm na pružných podložkách a bude opatřen tepelnou izolací z PUR pěny s vnější hliníkovou fólií – z výroby. Hrdla budou zakončena závitem R1$^{1/4"}$. Měděné potrubí bude na hrdla napojeno pomocí přechodového adaptéru FE – vnější závit/Cu.

Tepelný výkon přenášený KRS

$Q_{KRS} = \Sigma Q_{V,i}$ = 30 201 + 23 055 + 22 902 + 24 998 = 101 156 W

kde $Q_{V,i}$ - tepelný výkon přenášený jednou distribuční větví [W] – viz kapitola B.11.1- 4

Hmotnostní průtok přenášený KRS

$$m = \frac{Q}{c * (t_{w1} - t_{w2})} = \frac{101\,156}{1{,}163 * (55 - 45)} = 8697{,}85\ kg.h^{-1} = 8{,}7\ m^3.h^{-1}$$

Navrhuji RS KOMBI v modulu 100

Qmax = [m³/hod]	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při Δt=20	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok. průřez komor S_p (m²)	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					

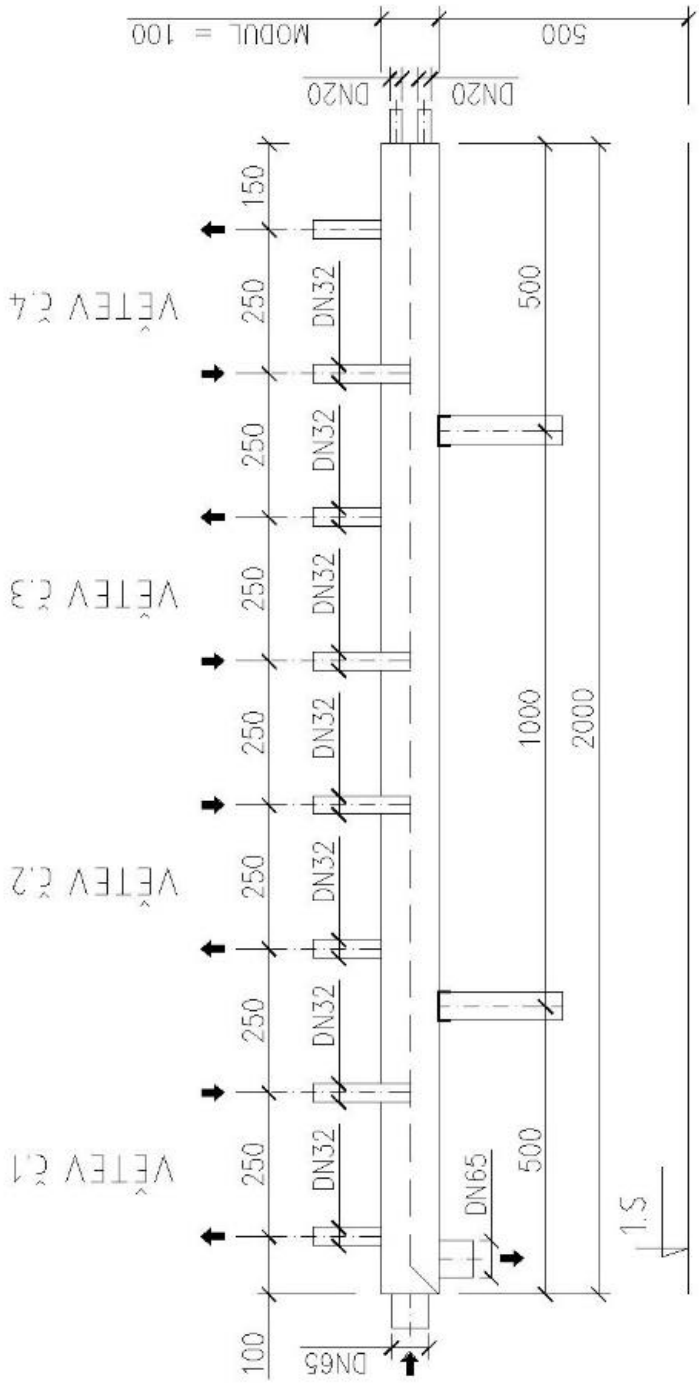
Tab. 44: Technické informace RS KOMBI ETL Ekotherm – návrh modulu [58]

název	typové označení	pro MODUL	stavitelná výška*	hmotnost (1 ks)
stavitelný stojan	SS 80/150,l=420-670	80 -150	420 - 670	3,5
stavitelný stojan	SS 80/150,l=720-970	80 -150	720 - 970	5
stavitelný stojan	SS 200/250,l=370-570	200 - 250	370 -570	6
stavitelný stojan	SS 300/350,l=370-570	300 - 350	370 -570	6,5
nástěnná konzola	NK 80/150	80 -150	-	1,5

Tab. 45: Technické informace RS KOMBI ETL Ekotherm – návrh podepření [58]

MODUL	počet podpěr 2	počet podpěr 3	max. osová rozteč podpěr	min. vzdálenost osy podpěry od konce RS
80 - 150	do 4000mm	nad 4000mm	2500mm	250mm
200 - 250	do 3500mm	nad 3500mm	2000mm	250mm

Tab. 46: Technické informace RS KOMBI ETL Ekotherm – návrh nástěnných konzol[58]



Obr. 46: Návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače

B.14 NÁVRH ARMATUR

Pro výpočet tlakové ztráty jsem použil výpočetní aplikaci Průtokový součinitel kv a graf tlakových ztrát v potrubí [45].

B.14.1 NÁVRH FILTRU PEVNÝCH ČÁSTIC

Navrhuji filtr pevných částic FIV.08412 firmy IVAR CS. Připojení na měděné potrubí bude provedeno pomocí přechodového adaptéru FE – vnější závit/Cu. Filtr bude osazen před každým zdrojem tepla a oběhovým čerpadlem. Výsledky tlakových ztrát pro jednotlivé dimenze filtrů a průtoky potrubí jsou shrnuty v následující tabulce.

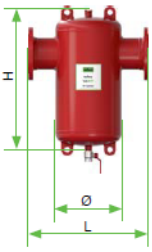
č. úseku	Průtok	Dimenze	Průtokový součinitel (výrobce)	Tlaková ztráta
i	m [kg/h]	DN [mm]	kv [m³/h]	Δp [kPa]
43	2596,82	32	17	2,4
44	1982,37	32	17	1,4
45	1969,22	32	17	1,38
46	2149,44	32	17	1,65
48	1980,22	40	24,5	0,67
61	7920,89	50	36	4,98
62	1980,22	40	24,5	0,67

Tab. 47: Tlaková ztráta filtru pevných částic

Obr. 47: Závitový filtr pevných částic [59]

B.14.2 NÁVRH ODLUČOVAČE KALU A NEČISTOT

Navrhuji odlučovač REFLEX EXDIRT vč. Tepelné izolace REFLEX EXISO.
Tlaková ztráta Δp = 1,24 kPa, kv = 72,2 m³/h.



reflex 'exdirt'
ocel s přírubovým hrdlem, 110 °C, 10 bar

Typ	Obj. číslo	Cena Kč	Skupina zboží	Připojení	$\dot{V}_{max}$ m³/h	L mm	Ø mm	H mm
D 50	9252300	16 023	83	DN50/PN16	12,5	350	132	469
D 65	9252310	16 438	83	DN65/PN16	20	350	132	469
D 80	9252320	20 292	83	DN80/PN16	27	470	206	583
D 100	9252330	20 822	83	DN100/PN16	47	470	206	583
D 125	9252340	36 516	83	DN125/PN16	72	635	354	607
D 150	9252350	37 497	83	DN150/PN16	108	635	354	607
D 200	9252360	55 987	83	DN200/PN16	180	775	409	890
D 250	9252370	125 493	83	DN250/PN16	288	890	480	997
D 300	9252380	204 187	83	DN300/PN16	405	1005	634	1266

Tab. 48: Technické informace REFLEX EXDIRT [60]

Typ	Obj. číslo	Cena Kč	Skupina zboží	Tloušťka izolace mm	Ø mm	H mm
50 - 76.1	9254830	3 479	82	30,5	228	447
80 - 114.3	9254840	4 376	82	30,5	290	567
125 - 168.3	9254850	6 508	82	30,5	395	742

* vhodné pro modely s a bez montážní příruby od DN 50 – DN 150 nebo 60,3 - 168.3.

Tab. 49: Technické informace teplené izolace pro REFLEX EXDIRT [60]

B.14.3 NÁVRH TROJCESTNÉHO SMĚŠOVACÍHO VENTILU

Pro kvalitativní regulaci (teploty) otopné vody v jednotlivých větvích a řízení průtoku mezi zásobníky teplé vody a akumulační nádrží navrhuji trojcestný směšovací ventil IVAR.MIX3, DN32. Ventil bude ovládán servopohonem IVAR.ACTUATORS. Výsledky tlakových ztrát pro jednotlivé dimenze filtrů a průtoky potrubí jsou shrnuty v následující tabulce.

č. úseku	Průtok	Dimenze	Průtokový součinitel (výrobce)	Tlaková ztráta
i	m [kg/h]	DN [mm]	kv [m^3/h]	Δp [kPa]
43	2596,82	32	12	4,82
44	1982,37	32	12	2,81
45	1969,22	32	12	2,77
46	2149,44	32	12	3,3
51	7920,89	32	12	44,85

Tab. 50: Tlaková ztráta trojcestného ventilu

Obr. 48: Trojcestný směšovací ventil IVAR.MIX3 [61]

B.14.4 NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU STAD

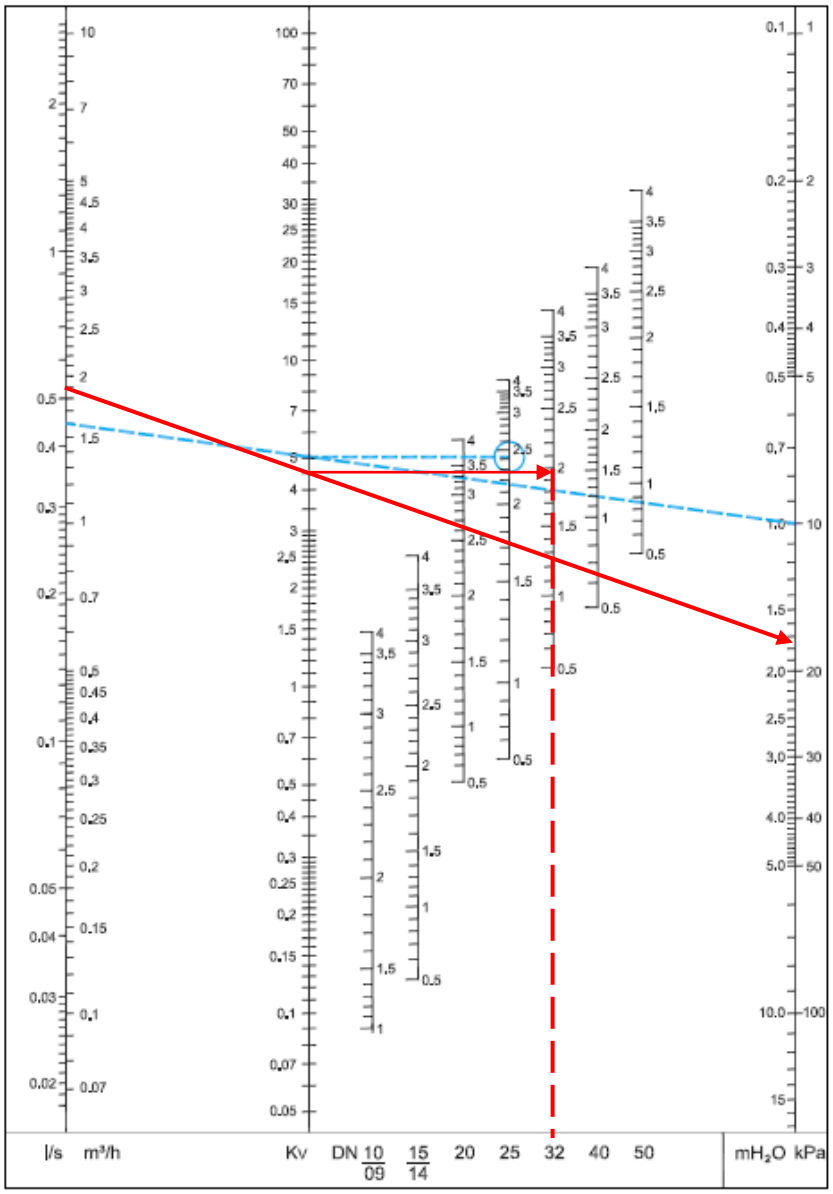
Z důvodů rozdílné tlakové ztráty akumulační nádoby zásobníků teplé vody navrhuji pro potrubí akumulační nádrže vyvažovací ventil typu STAD výrobce IMI Hydronics.

Hmotnostní průtok úseku č. 65	m_{65}	1 920,03 kg.h^{-1}
Dispoziční tlak úseku č. 61	$\Delta p_{DIS,61}$	18 457,00 Pa
Dispoziční tlak úseku č. 65	$\Delta p_{DIS,65}$	1 187,00 Pa

Obr. 49: Vyvažovací ventil STAD [62]

Škrcení tlaku vyvažovacím ventilem

$$\Delta p = \Delta p_{DIS,61} - \Delta p_{DIS65} = 18\,475 - 1\,187 = 17\,270\ Pa$$



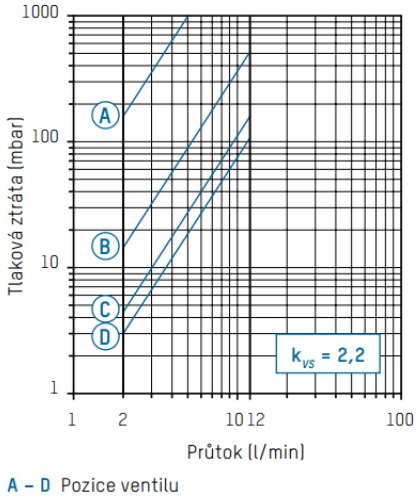
Obr. 50: Návrhový diagram vyvažovacího ventilu STAD IMI Hydronics [62]

Navrhuji VV-STAD DN32 s nastavením 2,0; kv = 4,5 m^3.h^{-1}

Obr. 51: Nastavení vyvažovacího ventilu STAD [62]

B.14.5 NÁVRH VYVAŽOVACÍHO VENTILU SOLÁRNÍ SOSUTAVY

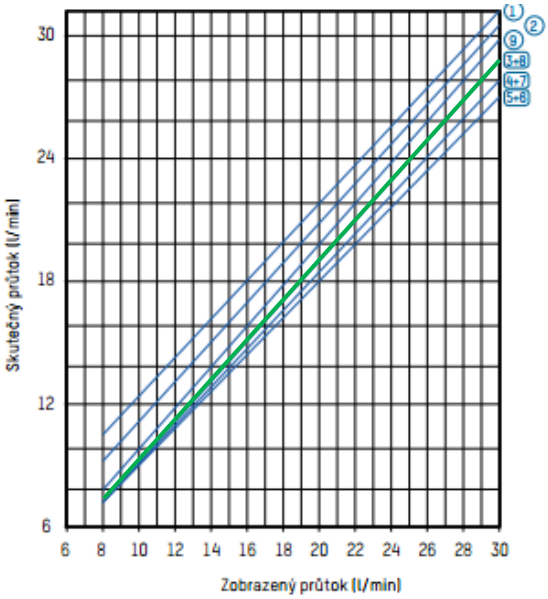
Pro možnost kontroly průtoku do jednotlivých kolektorových bloků a případnou potřebu regulace navrhuji na přípojky kolektorových bloků vyvažovací ventil s průtokoměrem TACOSETTER BYPASS SOLAR 130, DN20, výrobce TACONOVA.



Obr. 52: Průtokový diagram vyvažovacího ventilu TACOSETTER [63]

Obr. 53: Vyvažovací ventil TACOSETTER [63]

Pro odečet zkutečného průtoku je třeba použit korekční průtokovou křivku glykolové směsi. Teplonosné kapalině H30 L s kinematickou vyzkozitou $1{,}18 \cdot 10^{-6}$ $m^2.s^{-1}$ odpovídá křivka č. 8.



Obr. 54: Korekční křivka [64]

KINEMATICKÁ VISKOZITA KOREKČNÍCH KŘIVEK

Korekční křivka č.	Kinematická viskozita
1	53,0 mm²/s
2	30,0 mm²/s
3	17,0 mm²/s
4	6,7 mm²/s
5	4,7 mm²/s
6	3,5 mm²/s
7	2,2 mm²/s
8	1,7 mm²/s
9	1,0 mm²/s

Obr. 55: Kinematická viskozita korekčních křivek [64]

B.15 NÁVRH ÚPRAVY A DOPLŇOVÁNÍ VODY

Pro provoz otopných soustav je potřeba zabezpečit požadovanou kvalitu oběhové vody a její doplňování upravenou vodou. Kvalita vody v soustavě je dána požadavky výrobce zdroje tepla a také ČSN 07 7401 [8]. Kvalita oběhové vody ovlivňuje správnou funkci a životnost celého systému a jednotlivých prvků, zejména zdrojů tepla a jejich výměníků, termostatických ventilů a potrubí, které by mohli zarůstat korozí.

Pro úpravu vody navrhuji blokovou úpravnu s automatickým doplňováním inhibitoru AQUAPRODUCT AUVK1.

Obr. 56: Bloková úpravna vody AQUAPRODUCT AUVK1 [65]

Technické údaje / typ		AUVK1	AUVK2
Objem vody změkčené mezi dvěma regeneracemi při T =1 mmol/l (nutno vydělit skutečnou tvrdostí vody)	m^3	3	5,5
Průtok jmenovitý / maximální	m^3/hod	0,2-0,6	0,3-1,2
Výkon kotelny (orientačně)	kW	do 300	do 600
Hmotnost	kg	31	39
Připojovací výška vstupu x výstupu	mm	850 x 690	
Rozměry rámu: šířka x hloubka x výška	mm	530x600x900	590x650x900

Tab. 51: Technické informace AQUAPRODUCT AUVK1 [65]

Pro doplňování upravené vody do systému vytápění navrhuji doplňovací zařízení REFLEX FILLCONTROL PLUS.

Při poklesu tlaku v soustavě pod hodnotu plnícího tlaku, v místě snímače tlaku, se otevře regulační ventil doplňování a vpustí doplňovací vodu do soustavy.

	Standard provedení	Nerez provedení
Obj. číslo	8812100	8812200
Dovol. provozní teplota	90 °C	90 °C
Výška x šířka x hloubka	320 x 340 x 190 mm	320 x 340 x 190 mm
Hmotnost	2,5 kg	2,5 kg
Připojení vstup/výstup	G ¾/G ½	G ¾/G ½
Dovol. provozní přetlak	10 bar	10 bar
Vstupní tlak	10 bar	max. 10 bar
Min. tlak na přítoku	p_0 + 1,3 bar[1]	p_0 + 1,3 bar[1]
Max. vyrovnaný tlak na vstupu	p_0 + 4 bar[2]	p_0 + 4 bar[2]
Napájecí napětí	230 V/50 Hz	230 V/50 Hz
Průtokový součinitel[3] k_{vs}	1,4 m³/h	1,4 m³/h
Průtokový součinitel[4] k_{vs}	0,7 m³/h	0,7 m³/h

[1] p_0 = předtlak plynu v membránové tlakové expanzní nádobě
[2] při překročení upravit nastavení redukčního ventilu
[3] při použití samostatně
[4] ve spojení s Fillsetem

Tab. 52: Technické informace REFLEX FILLCONTROL PLUS [66]

Obr. 57: Doplňovací zařízení REFLEX FILLCONTROL PLUS [66]

B.16 DILATACE POTRUBÍ

Působením teploty otopné vody dochází k délkové roztažnosti potrubí, kterou je nutné kompenzovat, aby nedošlo k poruchám systému nebo jeho znehodnocení. Kompenzace délkové roztažnosti je umožněna při změnách směru, kdy je dilatace vymezena montážní vzdáleností A, která závisí na vzdálenosti pevných bodů uchycení potrubí (pevný bod neumožňuje posun potrubí). U dlouhých potrubních rozvodů se navrhují kompenzátory.

Výpočet délkové roztažnosti potrubí

$$\Delta L = l * \alpha_T * \Delta t \quad [m]$$

kde l - délka potrubí [m]

α_T - součinitel teplotní roztažnosti materiálu potrubí, měď = $1{,}7 \cdot 10^{-7}$ K^{-1}

Δt - rozdíl teplot, $\Delta t = t_m - t_i$ [K]

t_m - nejvyšší teplota teplonosné látky v potrubí

t_i - nejnižší teplota okolí = 20 °C

Roztažnost potrubí pro rozvod vytápění

t_m = 55 °C, Δt = 35 °C, t_i = 20 °C

l	[m]	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	6,00	12,00
Δl	[mm]	0,15	0,30	0,45	0,60	0,89	1,19	1,49	1,79	3,57	7,14

Tab. 53: Hodnoty teplotní dilatace potrubních rozvodů vytápění

Kompenzace tepelné roztažnosti bude provedena pomocí montážní vzdáleností A dané vzdáleností uchycení potrubí pomocí pevného bodu.

Roztažnost potrubí pro rozvod solární soustavy

t_m = 210 °C, Δt = 180 °C, t_i = 30 °C

l	[m]	0,25	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	6,00	10,00
Δl	[mm]	0,77	1,53	2,30	3,06	4,59	6,12	7,65	9,18	18,36	30,60

Tab. 54: Hodnoty teplotní dilatace potrubních rozvodů solární soustavy

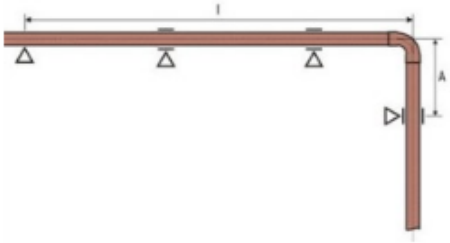
Uchycení potrubí

Vnější průměr [mm]	Vzdálenost připevnění [m]
12,0	1,25
15,0	1,25
18,0	1,5
22,0	2,0
28,0	2,25
35,0	2,75
42,0	3,0
54,0	3,5
64,0	4,0

Tab. 55: Uchycení potrubí [67]

Vnější průměr trubky [mm]	montážní vzdálenost A pro Δl [mm]			
	5	10	15	20
12	475	670	820	950
15	530	750	920	1060
18	580	820	1000	1160
22	640	910	1110	1280
28	725	1025	1250	1450
35	810	1145	1400	1620
42	890	1250	1540	1780
54	1010	1420	1740	2010
64	1095	1549	1897	2191

Tab. 56: Hodnoty montážní vzdálenosti A [67]



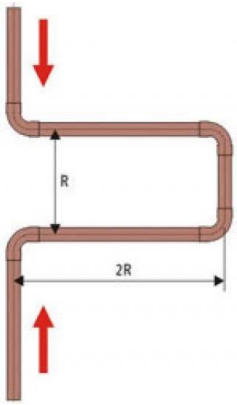
Obr. 58: Montážní vzdálenost A [67]

Pro kompenzaci roztažnosti navrhuji pro horizontální rozvod v bytech U kompenzátor. Rozměr kompenzátoru jsem volil podle nejbližší vyšší hodnoty charakteristického rozměru dle Δl. Kompenzátory budou provedeny pro Δl = 12 a R dle průměru potrubí, min. však R = 299 mm.

Kompenzace dilatace potrubí solární soustavy bude zajištěna osazením U kompenzátorů po 10 m délky potrubí. Kompenzátory budou provedeny pro Δl = 38 a R = 593 mm.

Vnější Ø [mm]	Charakteristický rozměr kompenzátoru R pro Δl [mm]	
	12	38
12	195	347
15	218	387
18	**240**	**430**
22	263	**468**
28	**299**	**522**
35	333	**593**
42	366	647
54	414	736
64	450	801

Tab. 57: Charakteristický rozměr U kompenzátoru [67]



Obr. 59: Charakteristický rozměr U kompenzátoru [67]

B.17 TEPELNÁ IZOLACE POTRUBÍ

Podle požadavků vyhlášky č. 193/2007 Sb. [1], musí být rozvody procházející netemperovanými prostory s teplotou teplonosné látky větší než 40 °C izolovány. Tepelná izolace potrubí musí být chráněná proti mechanickému poškození, vlivům prostředí a účinkům UV záření. Materiál tepelné izolace musí mít hodnotu součinitele tepelné vodivosti λ rovnou nebo menší 0,045 $W.m^{-1}.K^{-1}$. Tloušťka tepelné izolace se stanový výpočtem a hodnota součinitele prostupu tepla musí vyhovět tzv. určující hodnotě součinitele prostupu tepla U_o.

DN	10 až 15	20 až 32	40 až 65	80 až 125	150 až 200
U_o [$W.m^{-2}.K^{-1}$]	0,15	0,18	0,27	0,34	0,40

Tab. 58: Určující hodnoty součinitelů prostupu tepla vztažených na jednotku délky u vnitřních rozvodů [1]

B.17.1 SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA VZTAŽENÝ NA JEDNOTKU DÉLKY

Zjednodušený výpočet součinitele prostupu tepla vztažený na jednotku délky

$$U = \frac{\pi}{\frac{1}{2 * \lambda_t} * ln\frac{d}{d - 2 * s_t} + \frac{1}{2 * \lambda_{iz}} * ln\frac{(d + 2 * s_{iz})}{d} + \frac{1}{\alpha_e * (d + 2 * s_{iz})}} \quad [W.m^{-2}.K^{-1}]$$

kde λ_t - součinitel tepelné vodivosti materiálu potrubí [$W.m^{-1}.K^{-1}$]

λ_{iz} - součinitel tepelné vodivosti materiálu tepelné izolace [$W.m^{-1}.K^{-1}$]

d - vnější průměr potrubí [m]

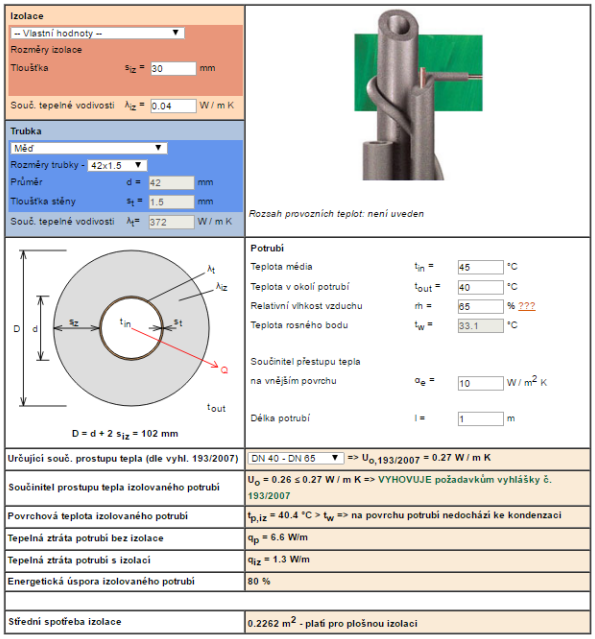
s_t - tloušťka stěny potrubí [m]

s_{iz} - tloušťka stěny tepelné izolace [m]

α_e - součinitel přestupu tepla mezi povrchem potrubí a okolním vzduchem, pro zjednodušený výpočet = 10 $W.m^{-2}.K^{-1}$

B.17.2 NÁVRH A POSOUZENÍ TEPELNÉ IZOLACE

Pro návrh a posouzení tepelné izolace jsem použil výpočtovou aplikaci Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového [68]. Výsledky návrhu a posouzení jsem shrnul v tabulce 43.



Izolace	
-- Vlastní hodnoty --	
Rozměry izolace	
Tloušťka s_{iz} = 30 mm	
Souč. tepelné vodivosti λ_{iz} = 0.04 W / m K	
Trubka	
Měď	
Rozměry trubky - 42x1.5	
Průměr d = 42 mm	
Tloušťka stěny s_t = 1.5 mm	
Souč. tepelné vodivosti λ_t = 372 W / m K	
	Rozsah provozních teplot: není uveden
D = d + 2 s_{iz} = 102 mm	**Potrubí**
	Teplota média t_{in} = 45 °C
	Teplota v okolí potrubí t_{out} = 40 °C
	Relativní vlhkost vzduchu m = 65 % ???
	Teplota rosného bodu t_w = 33.1 °C
	Součinitel přestupu tepla na vnějším povrchu α_e = 10 W / m^2 K
	Délka potrubí l = 1 m
Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 40 - DN 65 => $U_{o,193/2007}$ = 0.27 W / m K
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	U_o = 0.26 ≤ 0.27 W / m K => VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz}$ = 40.4 °C > t_w => na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	q_p = 6.6 W/m
Tepelná ztráta potrubí s izolací	q_{iz} = 1.3 W/m
Energetická úspora izolovaného potrubí	80 %
Střední spotřeba izolace	0.2262 m^2 - platí pro plošnou izolaci

Obr. 60: Stanovení prostupu tepla tepelnou izolací kruhového potrubí [68]

Jako tepelnou izolaci rozvodů distrubice topné vody navrhují izolační pouzdra z minerální vaty PAROC Section aluCoat T s vnější hliníkovou fólií se samolepícím přesahem na podélném spoji. Teplně izolační pouzdra je nutné osazovat na sraz a spoj přelepit hliníkovou fólií. Tepelně izolační pozdra mají tloušťku stěn 20 – 100 mm pro vnější průměry potrubí 12 – 273 mm. Rozvody vytápění vedené v exteriéru budou opatřeny oplechováním.

Pro rozvody solární soustavy navrhuji tepelnou izolaci z návlečných hadic KAIFLEX EPDM. EPDM (etylén-propylén, dien-monomér) je izolace s uzavřenou buňěčnou srukturou na bázi alestomeru. EPDM tepelná izolace je vhodná pro aplikace s vysokou teplotou. Odolnost do 150 °C. Hadice mají tloušťku stěn 10, 13, 19, 25, 32 mm pro vnější průměry potrubí 10 – 89 mm. Rozvody vedené v exteriéru budou opatřeny oplechováním.

Obr. 61: Tepelně izolační pouzdro PAROC Hvac Section AluCoat T [69]

Obr. 62: Návlečná hadice KAIFLEX EPDM [70]

Tab. 59: Posouzení tepelné izolace potrubí

Délka potrubí	Vnější Ø	Tloušťka stěny potrubí	Tloušťka izolace	Celkový průměr izolovaného potrubí	Výpočtový součinitel prostupu tepla	Součinitel prostupu tepla dle vyhlášky 193/2007	Posouzení	Poznámka
l [m]	Ø [mm]	s [mm]	s_{iz} [mm]	D_c = (d+2*s_iz) [mm]	U [$Wm^{-2}K^{-1}$]	U_o [$Wm^{-2}K^{-1}$]	$U_i > U_o$	
1	22	1	32	86	0,173	0,18	vyhovuje	
1	28	1,5	32	92	0,197	0,18	nevyhovuje	1)
1	35	1,5	32	99	0,224	0,18	nevyhovuje	2)
1	35	1,5	50	115	0,178	0,18	vyhovuje	
1	42	1,5	40	122	0,196	0,27	vyhovuje	
1	54	2	40	134	0,259	0,27	vyhovuje	
1	64	2	50	164	0,254	0,27	vyhovuje	

Součinitel přestupu tepla	α_e	10 $Wm^{-2}K^{-1}$
Součinitel tepelné vodivosti měděného potrubí	λ_t	372 $Wm^{-1}K^{-1}$
Součinitel tepelné vodivosti tepelné izolace	λ_{iz}	0,04 $Wm^{-1}K^{-1}$

Poznámky:

Nevyhovující stav je přípustný z důvodu zavedení tepelné ztráty potrubí do výpočtů.
1) ,2) potrbí solární soustavy bude v provozu při vyšších teplotách venkovního vzduchu a nebude docházet k větším ztrátám. Rozdíl Považuji za vyhovující.

B.18 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A PALIVA

Výpočet jsem provedl zjednodušenou měsíční bilanční metodou dle ČSN EN 13 790 [9], TNI 73 0330 [11] a TNI 73 0331 [12].
Objekt jsem rozdělil do dvou zón. První zóna je tvořena obytnou částí bytového domu, tedy byty a druhá zóna je tvořena společnými komunikačními prostory a podzemním podlažím. Zdrojem tepla pro vytápění je kaskáda tepelných čerpadlem v paralelně bivalentním provozu s elektrickým topným tělesem. Přípravu teplé vody bude zajišťovat kaskáda tepelných čerpadle, v letních měsících v kombinaci se solární soustavou. Celý systém je monoenergetický, založený na odběru elektrické energie.

B.18.1 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A EL. ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ

B.18.1.1 VSTUPNÍ ÚDAJE

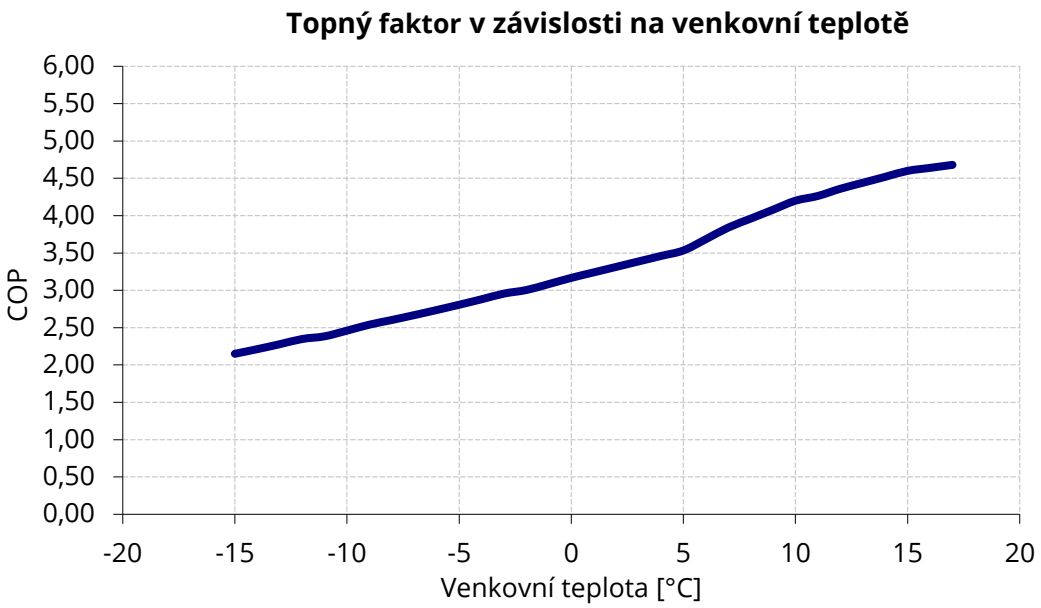
Výpočtová venkovní teplota	t_e	-15 °C
Výpočtová vnitřní teplota	t_i	20 °C
Provoz vytápění		nepřerušovaný
Provozní doba užívání	h_{pr}	17 hod.den^{-1}
Délka otopného období	d_{ot}	242 dní
Celková tepelná ztráta	$Q_{Z,Z}$	93 821,69 W
Celková návrhová ztráta prostupem	Φ_T	57 833,69 W
Celková návrhová ztráta větráním	Φ_V	35 987,99 W
Podlahová plocha obytné zóny	S_{pdl}	1632,34 m^2
Počet osob	n_{os}	64
Obsazenost objektu		31 m^2.os^{-1}
Tepelná zátěž od lidí	q_{op}	2 W.m^{-2}
Tepelná zátěž od spotřebičů	q_{ap}	3 W.m^{-2}
Provoz umělého osvětlení	τ_N	1200 h.rok^{-1}

Tab. 60: Plocha a orientace prosklených výplní

Plocha výplně [m^2]	Orientace
80,4	SV
107,2	JV

Tab. 61: Délka časového kroku a klimatické údaje [12]

Veličina	Zn.	Jednotka	Měsíc											
			leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
počet dní v měsíci	d_M	[den]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Střední venkovní teplota	t_e	[°C]	-1,3	-0,1	3,7	8,1	13,3	16,1	18,0	17,9	13,5	8,3	3,2	0,5



Graf 4: Topný faktor v závislosti na venkovní teplotě [71]

Veličina	Zn.	Jednotka	Měsíc											
			leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	spren	září	říjen	listopad	prosinec
počet dní v měsíci	d_M	[den]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Střední venkovní teplota	$t_{e,M}$	[°C]	-1,3	-0,1	3,7	8,1	13,3	16,1	18,0	17,9	13,5	8,3	3,2	0,5
COP		[-]	3,06	3,16	3,44	3,93	4,46	4,64	4,68	4,68	4,48	3,99	3,41	3,21

Tab. 62: Hodnoty topného faktoru v závislosti na venkovní teplotě

B.18.1.2 POUŽITÉ VÝPOČTOVÉ VZTAHY A DÍLČÍ VÝPOČTY

Měrná tepelná ztráta prostupem

$$H_T = \sum(U_p + A_p) + \sum[(U_n + \Delta U) * A_n] + \sum(b_z * U_z * A_z) \quad [W.K^{-1}]$$

kde U_p - součinitel prostupu tepla výplní stavebních otvorů [W.m^{-2}.K^{-1}]

A_p - plocha výplní stavebních otvorů [m^2]

U_n - součinitel prostupu tepla stavebních konstrukcí [W.m^{-2}.K^{-1}]

ΔU - přirážka na vliv tepelných mostů [W.m^{-2}.K^{-1}]

A_n - plocha neprůsvitných stavebních konstrukcí [m^2]

U_z - součinitel prostupu tepla zeminy přilehlé k stavebním konstrukcím [W.m^{-2}.K^{-1}]

A_z - plocha stavebních konstrukcí přiléhajících k zemině [m^2]

b_z - redukční činitel zahrnující teplotní rozdíl mezi teplotou nevytápěného prostoru a venkovní výpočtové teploty

$$b_z = \frac{\theta_i - \theta_z}{\theta_i - \theta_e} \quad [-]$$

θ_i - výpočtová vnitřní teplota [°C]
θ_e - výpočtová venkovní teplota [°C]
θ_z - výpočtová teplota zeminy [°C]

Měrná tepelná ztráta větráním

$$H_V = (1 - 0{,}95 * \varphi_{ZZT}) * V * \rho * c \quad [W.K^{-1}]$$

kde φ_{ZZT} - účinnost výměníku zpětného získávání tepla [-]
V - množství přiváděného vzduchu do zóny pomocí VZT jednotky [$m^3.hod^{-1}$]
ρ - hustota vzduchu [$kg.m^{-3}$]
c - měrná tepelná kapacita vzduchu [$J.kg^{-1}.K^{-1}$]

Výpočtová tepelná ztráta

$$Q_Z = (H_T + H_V) * (t_i - t_{e,M}) \ [W]$$

$$\rightarrow H_T = \frac{Q_T}{(t_i - t_{e,M})} = \frac{57{,}83}{(20-(-15))} = 1{,}653\ kW.K^{-1}$$

$$\rightarrow H_V = \frac{Q_V}{(t_i - t_{e,M})} = \frac{35{,}99}{(20-(-15))} = 1{,}028\ kW.K^{-1}$$

kde H_T - měrná tepelná ztráta prostupem [$W.K^{-1}$]
H_V - měrná tepelná ztráta větráním [$W.K^{-1}$]
t_i - vnitřní výpočtová teplota [K]
$t_{e,M}$ - střední venkovní teplota v měsíci [K]

Potřeba tepelné energie na pokrytí denní tepelné ztráty prostupem

$$E_T = H_T * (t_i - t_{e,M}) * \frac{24}{1000} \quad [kWh.den^{-1}]$$

kde H_T - měrná tepelná ztráta prostupem [$W.K^{-1}$]

t_i - vnitřní výpočtová teplota [K]

$t_{e,M}$ - střední venkovní teplota v měsíci [K]

Potřeba tepelné energie na pokrytí denní tepelné ztráty větráním

$$E_V = H_V * (t_i - t_{e,M}) * \frac{h_{pr}}{1000} \quad [kWh.den^{-1}]$$

kde H_V - měrná tepelná ztráta prostupem [W.K^{-1}]

h_{pr} - provozní doba užívání [hod.den^{-1}]

t_i - vnitřní výpočtová teplota [K]

$t_{e,M}$ - střední venkovní teplota v měsíci [K]

Vnější zisky od dopadajícího slunečního záření

$$Q_{sol} = \sum F_p * F_s * I_{sol} * A_i * g_i \quad [kWh.den^{-1}]$$

kde F_p - podíl skla z plochy okna = 0,85 [-]

F_s - korekční činitel dalších stínicích prvků, uvažuji bez vlivu = 1,0 [-]

I_{sol} - průměrná energie dopadajícího slunečního záření za časový krok výpočtu [kWh.m^{-2}.den^{-1}]

A_i - plocha okna [m^2]

g_i - propustnost skla okna, uvažuji izolační dvojsklo = 0,75 [-]

Tab. 63: Dávka denního slunečního ozáření [12]

orientace	leden	únor	březen	duben	květen	září	říjen	listopad	prosinec
SV	0,265	0,529	0,961	1,680	2,113	1,177	0,697	0,313	0,194
JV	0,865	1,464	2,087	2,880	2,977	2,303	1,945	1,127	0,745

Pasivní zisky z vnitřních zdrojů

$$Q_{int} = q_{oc} * S_{pdl} * \frac{f_{oc} * 24}{1000} + q_{ap} * S_{pdl} * \frac{f_{ap} * 24}{1000} \quad [kWh.den^{-1}]$$

$$Q_{int} = 2 * 1632{,}34 * \frac{0{,}7 * 24}{1000} + 3 * 1632{,}34 * \frac{0{,}2 * 24}{1000} = 78{,}35 \quad kWh.den^{-1}$$

kde q_{oc} - měrný tepelný zisk od lidí [W.m^{-2}]
q_{ap} - měrný tepelný zisk od zařízení [W.m^{-2}]
S_{pdl} - podlahová plocha bytné zóny [m^2]
f_{oc} - časový podíl přítomnost osob [-]
f_{ap} - časový podíl doby provozu [-]

Podíl zisků a ztrát v otopném období

$$\gamma = \frac{Q_{sol} + Q_{int}}{E_T + E_V} \quad [-]$$

kde Q_{sol} - Vnější zisky od dopadajícího slunečního záření [kWh.den^{-1}]
Q_{int} - pasivní zisky z vnitřních zdrojů [kWh.den^{-1}]
E_T - potřeba energie na pokrytí denní tepelné ztráty prostupem [kWh.den^{-1}]
E_V - potřeba energie na pokrytí denní tepelné ztráty větráním [kWh.den^{-1}]

Vnitřní tepelná kapacita budovy

$$C = C_m * S \quad [kJ.K^{-1}]$$

$$C = 400 * 1632{,}34 = 652\,936 \;\; kJ.K^{-1}$$

kde C_m - měrná tepelná kapacita konstrukcí [kJ.kg^{-1}.K^{-1}]
S - plocha vnitřních konstrukcí [m^2]

Časová konstanta budovy

$$\tau = \frac{C/_{3600}}{H_T + H_V} \quad [hod]$$

$$\tau = \frac{652936/_{3600}}{1{,}652 + 1{,}028} = 0{,}068 \quad [hod]$$

kde C - vnitřní tepelná kapacita budovy [J.kg^{-1}.K^{-1}]
H_T - měrná tepelná ztráta prostupem [W.K^{-1}]
H_V - měrná tepelná ztráta větráním [W.K^{-1}]

Faktor setrvačnosti budovy

$$a = 1 + \frac{\tau}{15} \quad [-]$$

$$a = 1 + \frac{0{,}068}{15} = 1{,}005 \quad [-]$$

kde τ - časová konstanta budovy [hod]

Stupeň využití v topném režimu pro $\gamma \neq 1$

$$\eta_H = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}} \quad [-]$$

kde γ - podíl zisků a ztrát v otopném období [-]

a - faktor setrvačnosti budovy [-]

Denní potřeba tepla na vytápění

$$E_{C,d} = (E_T + E_V) - \eta_H * (Q_{sol} + Q_{int}) \quad [kWh.den^{-1}]$$

kde E - Potřeba energie na pokrytí denní tepelné ztráty prostupem [kWh.den^{-1}]

E_V - Potřeba energie na pokrytí denní tepelné ztráty větráním [kWh.den^{-1}]

Q_{sol} - Vnější zisky od dopadajícího slunečního záření [kWh.den^{-1}]

Q_{int} - Pasivní zisky z vnitřních zdrojů [kWh.den^{-1}]

η_H - Stupeň využití v topném režimu [-]

Měsíční potřeba tepla na vytápění

$$E_{C,M} = \frac{\sum E_{C,d} * d_M}{\eta_{H,dis} * \eta_{sdílení}} * f_H \quad [kWh.měsíc^{-1}]$$

Kde $Q_{C,d}$ - denní potřeba tepla na vytápění [kWh.den^{-1}]

d_M - počet dní v měsíci

$\eta_{H,dis}$ - účinnost distribuce energie na vytápění pro teplovodní systém, pro střední teplotu otopné vody t_m = 45°C -> 0,87

$\eta_{sdílení}$ - účinnost sdílení tepla = 0,88

f_H - součinitel zohledňující vytápění objektu, v otopném období = 1,0, jinak 0

Měsíční spotřeba el. energie na vytápění

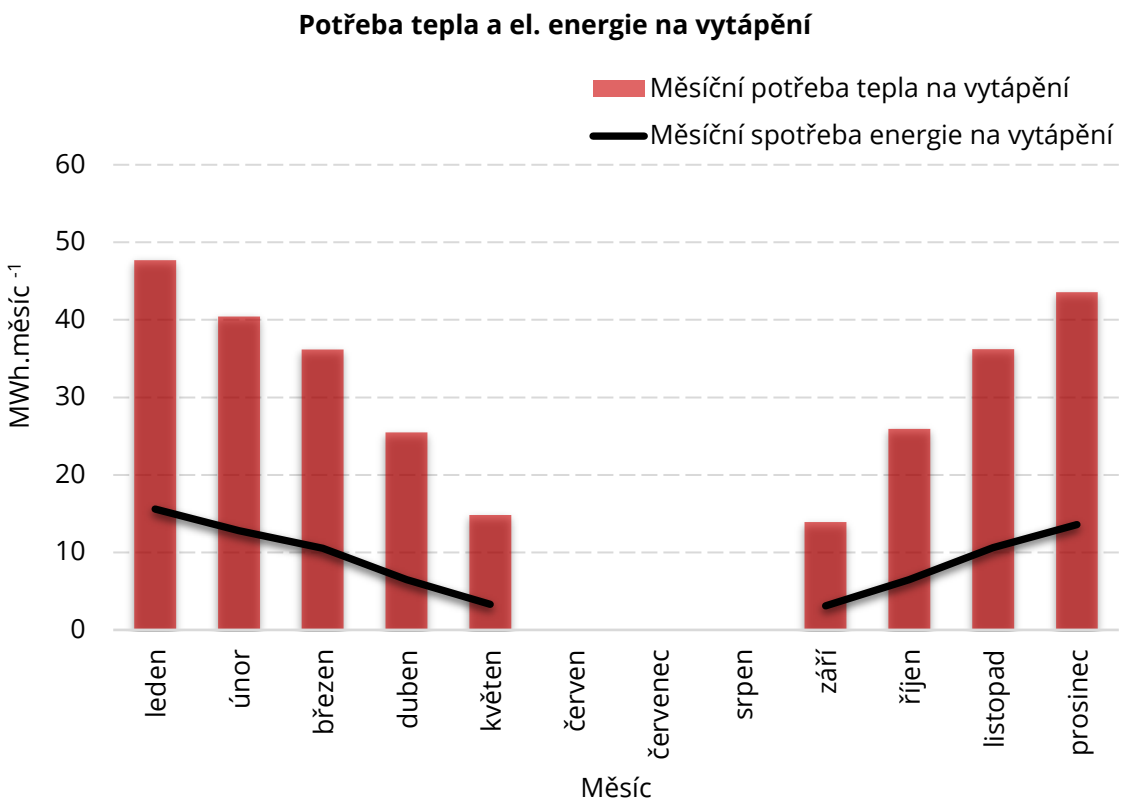
$$S_{C,M} = \frac{\sum Q_{C,d} * d_M}{COP * \eta_{DIS} * \eta_{sdílení}} * f_H \quad [kWh.měsíc^{-1}]$$

kde COP - topný faktor tepelného čerpadla v závislosti na venkovní teplotě v daném měsíci [-]

B.18.1.3 VÝPOČET

Tab. 64: Výpočet roční potřeby tepla a spotřeby elektrické energie na vytápění

Veličina	Zn.	Jednotka	Měsíc								
			leden	únor	březen	duben	květen	září	říjen	listopad	prosinec
počet dní v měsícl	d_M	[den]	31	28	31	30	31	30	31	30	31
Střední venkovní teplota	t_e	[°C]	-1,3	-0,1	3,7	8,1	13,3	13,5	8,3	3,2	0,5
Výpočtová tepelná ztráta	Q_Z	[kW]	57,10	53,88	43,69	31,90	17,96	17,42	31,36	45,03	52,27
Výpočtová tepelná ztráta prostupem	Q_T	[kW]	35,20	33,21	26,93	19,66	11,07	10,74	19,33	27,76	32,22
Výpočtová tepelná ztráta větráním	Q_V	[kW]	21,90	20,67	16,76	12,24	6,89	6,68	12,03	17,27	20,05
Tepelná energie na pokrytí tep. ztáty prostupem	E_T	[kWh. den^{-1}]	844,7	797,1	646,4	471,9	265,7	257,8	464,0	666,2	773,3
Tepelná energie na pokrytí tep. ztáty větráním	E_V	[kWh. den^{-1}]	372,3	351,3	284,9	208,0	117,1	113,6	204,5	293,7	340,9
Vnější zisky od dopadajícího slunečního záření	Q_{sol}	[kWh. den^{-1}]	44,23	127,2	191,9	282,9	311,7	217,7	168,6	93,06	60,85
Pasivní zisky z vnitřních zdrojů	Q_{int}	[kWh. den^{-1}]	78,35	78,35	78,35	78,35	78,35	78,35	78,35	78,35	78,35
Podíl zisků a ztrát v otopném režimu	γ_H		2,15	3,81	6,19	11,33	21,72	16,99	7,88	3,81	2,66
Stupeň využití zisků v otopném období	n_H		0,32	0,21	0,14	0,08	0,04	0,06	0,11	0,21	0,27
Denní potřeba tepla na vytápění	$E_{C,d}$	**[MWh. den^{-1}]**	**1,18**	**1,11**	**0,89**	**0,65**	**0,37**	**0,36**	**0,64**	**0,92**	**1,08**
Měsíční potřeba tepla na vytápění	$E_{C,M}$	**[MWh. měsíc^{-1}]**	**47,70**	**40,44**	**36,19**	**25,49**	**14,81**	**13,91**	**25,94**	**36,21**	**43,57**
Měsíční spotřeba el. energie na vytápění	$S_{C,M}$	**[MWh. měsíc^{-1}]**	**15,59**	**12,80**	**10,52**	**6,49**	**3,32**	**3,10**	**6,50**	**10,62**	**13,57/4**
Roční potřeba tepla na vytápění	$E_{C,A}$	**[MWh. rok^{-1}]**	**284,26**								
Roční spotřeba tepla na vytápění	$S_{C,A}$	**[MWh. rok^{-1}]**	**82,51**								



Graf 5: Měsíční potřeba tepla a spotřeba elektrické energie na vytápění

B.18.2 ROČNÍ POTŘEBA TEPLA A EL. ENERGIE NA OHŘEV TEPLÉ VODY

Přípravu teplé vody bude zajišťovat kaskáda tepelných čerpadle, v letních měsících v kombinaci se solární soustavou.

B.18.2.1 VSTUPNÍ ÚDAJE

Denní potřeba teplé vody	V_{p2}	40 $l.os^{-1}$
Počet osob	n_{os}	64
Denní spotřeba teplé vody	V_p	2,56 $m^3.den^{-1}$
Teplota studené vody	t_s	10 °C
Teplota teplé vody	t_t	50 °C
Teplota topné vody – přívod	t_{w1}	55 °C

B.18.2.2 POUŽITÉ VÝPOČTOVÉ VZTAHY

Měsíční potřeba tepla pro ohřev teplé vody pro tepelné čerpadlo

$$E_{TČ,TV,M} = Q_{p,c} - Q_{ss,u} \ \ [kWh.měsíc^{-1}]$$

kde $Q_{p,c}$ - měsíční potřeba tepla pro ohřev teplé vody [kWh.měsíc^{-1}], viz B.7.1

$Q_{ss,u}$ - měsíční využitelné zisky solární soustavou [kWh.měsíc^{-1}], viz B.7.1

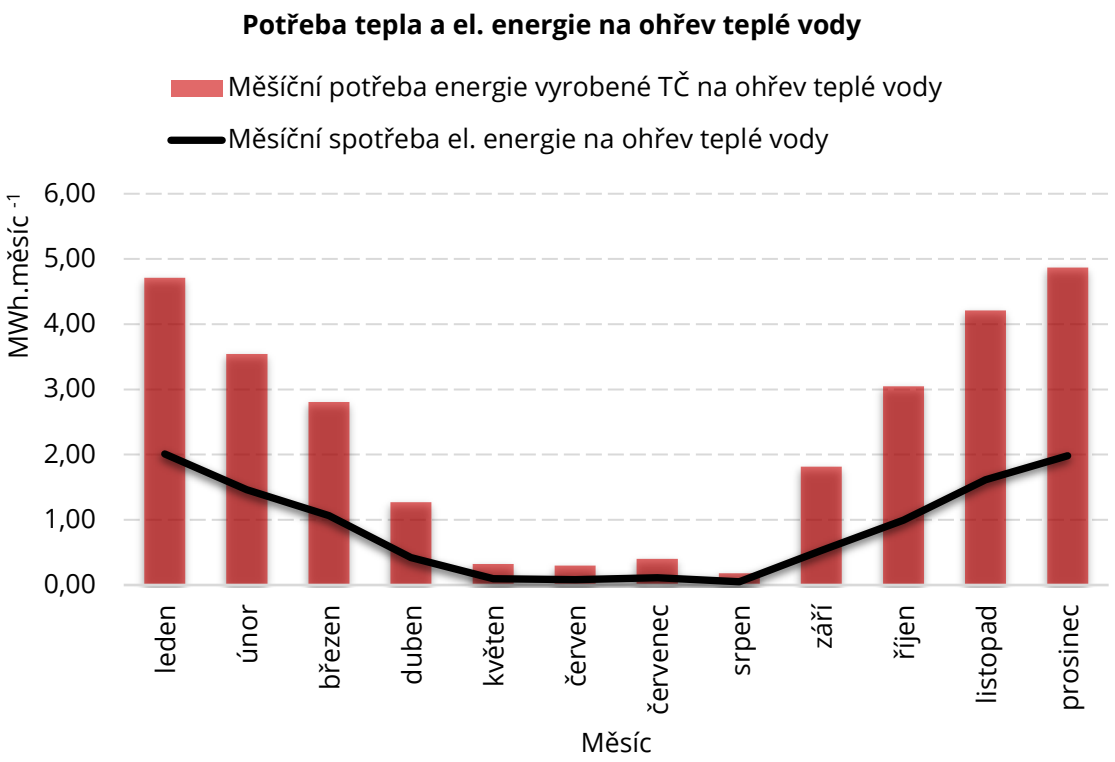
Měsíční spotřeba el. energie na ohřev teplé vody

$$S_{TČ,TV,m} = \frac{E_{TČ,TV,M}}{COP * \eta_{DIS} * \eta_{sdílení}} \quad [kWh.měsíc^{-1}]$$

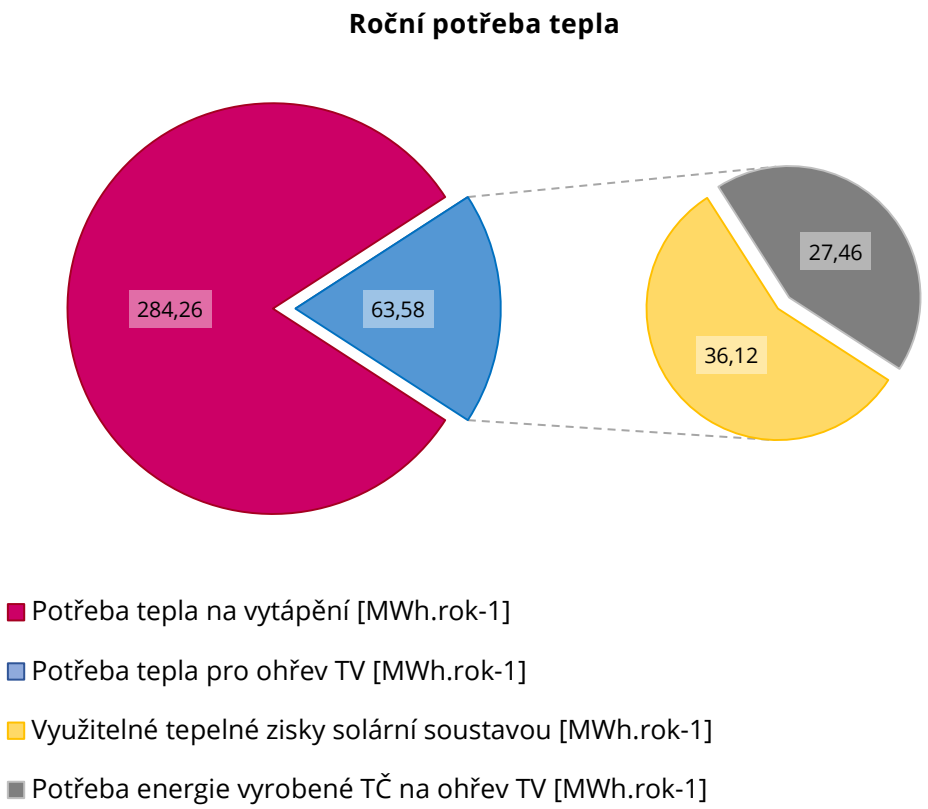
B.18.2.3 VÝPOČET

Tab. 65: Výpočet roční potřeby tepla a spotřeby elektrické energie na přípravu teplé vody

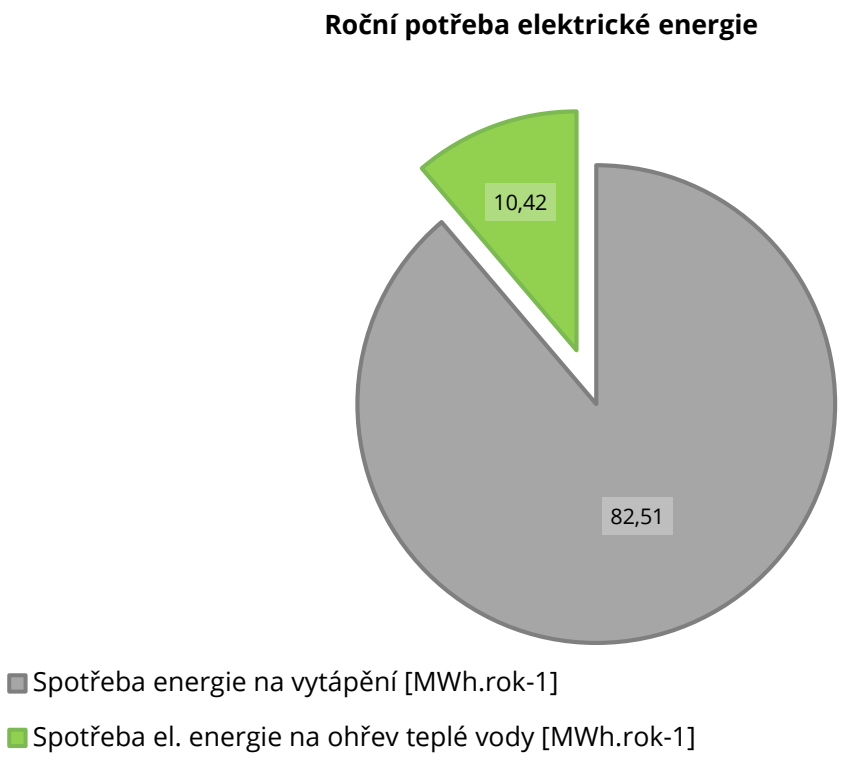
Veličina	Zn.	Jednotka	Měsíc											
			leden	únor	březen	duben	květen	červen	červenec	srpen	září	říjen	listopad	prosinec
počet dní v měsíci	d_M	[den]	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Střední venkovní teplota	t_e	[°C]	-1,3	-0,1	3,7	8,1	13,3	16,1	18,0	17,9	13,5	8,3	3,2	0,5
Měsíční potřeba tepla pro ohřev TV	Qp,c	[MWh. měsíc^{-1}]	5,40	4,88	5,40	5,23	5,40	5,23	5,40	5,40	5,23	5,40	5,23	5,40
Měsíční využitelné zisky solární soustavou	Qss,u	[MWh. měsíc^{-1}]	0,70	1,34	2,59	3,96	5,08	4,93	5,00	5,22	3,41	2,35	1,02	0,53
Měsíční potřeba energie vyrobené TČ na ohřev TV	$E_{TČ,m}$	[MWh. měsíc^{-1}]	4,71	3,54	2,81	1,27	0,32	0,30	0,40	0,18	1,81	3,05	4,21	4,87
Měsíční spotřeba el. energie na ohřev TV	$S_{C,M}$	[MWh. měsíc^{-1}]	2,01	1,46	1,07	0,42	0,09	0,08	0,11	0,05	0,53	1,00	1,61	1,98
Roční potřeba tepla pro ohřev TV	Qp,,A	[MWh. rok^{-1}]	63,57											
Roční potřeba energie vyrobené TČ na ohřev TV	$E_{C,A}$	[MWh. rok^{-1}]	27,46											
Roční spotřeba el. energie na ohřev TV	$S_{C,A}$	[MWh. rok^{-1}]	10,42											



Graf 6: Měsíční potřeba tepla a spotřeba elektrické energie na přípravu teplé vody



Graf 7: Roční potřeba tepla



Graf 8: Spotřeba elektrické energie

B.19 HLUKOVÉ EMISE

Na základě Nařízení vlády č. 217/2016 Sb. [2], je při návrhu tepelného čerpadla vzduch-voda, pro venkovní instalaci, nutné vyhodnotit zatížení okolí hlukovými emisemi produkovanými tepelným čerpadlem a provést případná opatření pro snížení hlukové zátěže.

Akustická zátěž se stanoví pomocí hodnoty akustického tlaku v kritické vzdálenosti s ohledem na chráněný prostor a okolní prostředí. Při venkovní instalaci zdroje hluku musí být splněny požadavky vyhlášky na nejvyšší přípustnou ekvivalentní hladinu akustického tlaku A v chráněném venkovním prostředí součtem základních hladin hluku $L_{Aeq,T}$ = 50 dB a příslušných korekcí.
Chráněný venkovní prostor je prostor 2 metry okolo obytných domů, rodinných domů, staveb pro školní a předškolní výchovu a pro zdravotní a sociální účely, jakož i funkčně obdobných staveb.

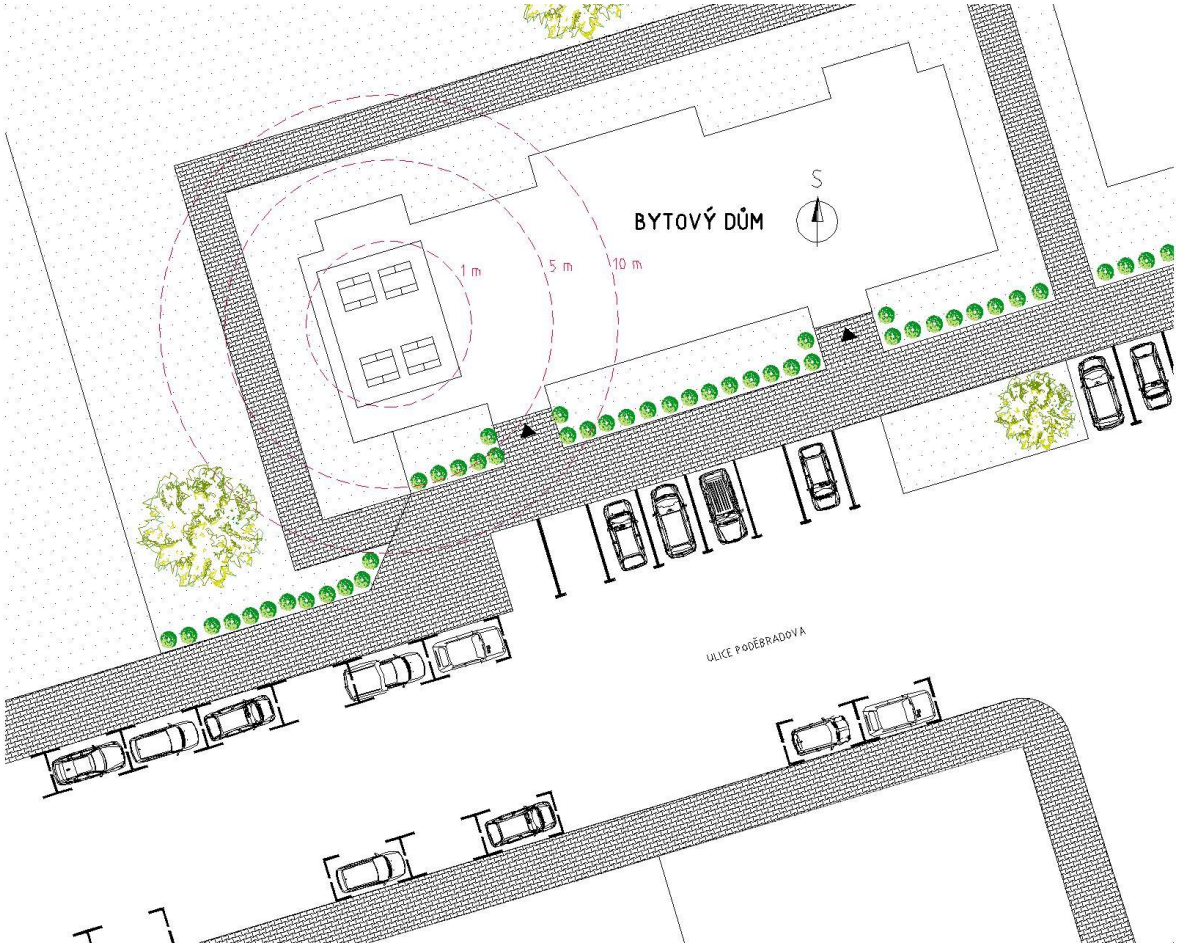
Způsob využití území	Denní doba	Požadovaná hodnota L_{Aeq}
Venkovní chráněný prostor stavby – obytná místnost	od 6:00 do 22:00	50 + 0 = 50
Venkovní chráněný prostor stavby – obytná místnost	od 22:00 do 6:00	50 - 10 = 40

Tab. 66: Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněném venkovním prostoru [72]

Způsob využití území	**Korekce [dB]**			
	1)	**2)**	**3)**	**4)**
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	−5	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor staveb lůžkových zdravotnických zařízení včetně lázní	0	0	+5	+15
Chráněný venkovní prostor ostatních staveb a chráněné ostatní venkovní prostory	0	+5	+10	+20
1) Použije se pro hluk z provozoven a z jiných stacionárních zdrojů 2) Použije se pro hluk z pozemní dopravy na veřejných komunikacích 3) Použije se pro hluk v okolí hlavních pozemních komunikací, kde hluk z dopravy je převažující a v ochranném pásmu drah 4) Použije se pro starou hlukovou zátěž z pozemních komunikací a z drážní dopravy				

Tab. 67: Korekce pro stanovení hygienických limitů hluku v chráněných venkovních prostorech staveb a v chráněném venkovním prostoru [2]

Tepelná čerpadla budou instalována na střeše bytového domu, kde budou osazena na instalační plošinu. Pro omezení šíření zvuku konstrukcemi budou tepelná čerpadla i nosná konstrukce instalační plošiny osazeny na pružné podložky. Tepelná čerpadla budou na potrubní rozvody připojena flexi potrubím.



Obr. 63: Šíření hluku

Údaje o hlučnosti pro tepelné čerpadlo STIEBEL-ELTRON WPL47

Hladina akustického výkonu	L_{wA}	67 dB
Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 1 m	$L_{pA,1}$	59 dB
Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 5 m	$L_{pA,5}$	45 dB
Hladina akustického tlaku ve vzdálenosti 10 m	$L_{pA,10}$	39 dB

Hodnota hladiny akustického tlaku se při zdvojnásobení vzdálenosti snižuje cca o 6 dB.

C. PROJEKT

C.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

C.1.1 ÚVOD

Název stavby	**VYTÁPĚNÍ POMOCÍ TEPELNÉHO ČERPADLA**
Místo stavby	Nový Jičín
Stupeň vypracování	**DPS** – Dokumentace pro provedení stavby
Celková podlahová plocha	2 006,47 m^2
Zastavěná plocha	482,91 m^2
Obestavěný prostor	6 582,47 m^3

Projekt řeší návrh vytápění a přípravu teplé vody ve stávajícím bytovém domě. BD se nachází v obci Nový Jičín, v zastavěné ploše pro hromadné bydlení. Objet má dva samostatné vchody s celkem 16 bytovými jednotkami. Vstup do objektu je z přilehlé veřejné komunikace na jihovýchodní straně. Bytový dům je užíván 64 osobami.

C.1.1.1 ÚMÍSTĚNÍ A POPIS OBJEKTU

Objekt má čtyři nadzemní podlaží a jedno podzemní podlaží. Všechny byty jsou dispozičně řešeny jako 3+1. V každém bytě se nachází vstupní chodba, kuchyň, pokoj, ložnice, obývací pokoj s balkónem, koupelna a WC. Ke každému bytu náleží jedna sklepní místnost. podzemním podlaží se nachází sklepní prostory, technická místnost a prádelna se sušárnou.

C.1.1.2 KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ OBJEKTU

Hlavní nosnou konstrukci tvoří železobetonový skelet se skrytými sloupy. Celý objekt byl revitalizován. Obvodové stěny jsou provedeny ze železobetonových stěnových sendvičových panelů s vnějším kontaktním zateplením z polystyrenu tl. 140 mm. Dělící příčky jsou provedeny z keramického zdiva tl. 150 mm. Střecha je plochá s novým zateplením ze spádových klínů. Okna jsou plastová otevíratelná s izolačním dvojsklem.

C.1.1.3 PROVOZ OBJEKTU

Objekt bude vytápěn pomocí kaskády tepelných čerpadel typu vzduch – voda. Provoz tepelných čerpadel bude paralelně bivalentní v kombinaci s elektrickým topným tělesem osazeným v akumulační nádobě. Přípravu teplé vody budou zajišťovat tepelná čerpadla v kombinaci se solární soustavou. Ohřev teplé vody je uvažován jako zásobníkový. V době vysokého tarifu

dodávky elektrické energie bude teplá voda odebíraná z předehřevu a zdroj tepla bude odstaven.

C.1.2 PODKLADY

C.1.2.1 ZADÁNÍ VŠKP

Projektová dokumentace je zpracována ve stupni pro provádění stavby v rámci zadání bakalářské práce – viz Zadání bakalářské práce, vydaného dne 30. 11. 2016 vedoucím Ústavu technických zařízení budov, fakulty stavební, Vysokého učení technického Brně.

C.1.2.2 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Podkladem pro zpracování návrhu zařízení a projektu byla stavební dokumentace stávajícího stavu objektu.

C.1.2.3 TECHNICKÉ PODKLADY VÝROBCŮ

Návrhy a výpočty zařízení projektu byly provedeny dle technické dokumentace jednotlivých výrobců – KORADO, STIEBEL-ELTRON, SIEMENS Siemeca M-BUS, GRUNFOS, REGULUS, REFLEX, IVAR CS, ETL Ekotherm, IMI Hydronics, TACONOVA,MIEBES, AQUAPRODUCT, PAROC, KAIFLEX.

C.1.2.4 NORMY A VYHLÁŠKY

Vyhláška č. 193/2007 Sb. Kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu
Nařízení vlády č. 217/2016 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací
ČSN 06 0310 Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž
ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody
ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky
ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu
ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování
ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení
ČSN 07 7401 Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa
ČSN EN ISO 13 790 Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení
TNI 73 0302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav – Zjednodušený výpočtový postup
TNI 73 0330 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy
TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet

C.1.3 TEPLNÉ ZTRÁTY A POTŘEBA TEPLA

C.1.3.1 KLIMATICKÉ POMĚRY

Lokalita	Nový Jičín
Výpočtová venkovního vzduchu v zimě	t_e -15 °C
Déla otopného období	242 dní

C.1.3.2 VNITŘNÍ VÝPOČTOVÉ TEPLOTY

Koupelna	t_i	24 °C
Kuchyň	t_i	20 °C
Obývací pokoj	t_i	20 °C
Pokoj	t_i	20 °C
Ložnice	t_i	20 °C
Chodba	t_i	20 °C
WC	t_i	20 °C
Strojovna	t_i	18 °C
Schodiště, šachty	t_i	10 °C
Sklepní prostory	t_i	10 °C

C.1.3.3 TEPELNĚ TECHCNIKÉ PARAMETRY STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

Posouzení stavebních konstrukcí bylo provedeno dle ČSN 73 0540-2:2011.

KCE	POPIS	**U [$Wm^{-2}K^{-1}$]**	**U_N [$Wm^{-2}K^{-1}$]**	**Posouzení**
SO1	Stěna obvodová	**0,21**	**0,30**	vyhovuje
SN1	Vnitřní stěna nosná	**0,75**	**1,05**	vyhovuje
SN2	Vnitřní stěna nenosná	**2,77**	**1,05**	nevyhovuje
PDL	Podlaha nad suterénem	**0,29**	**0,60**	vyhovuje
SCH	Střěcha (strop nad 4. NP)	**0,19**	**0,24**	vyhovuje
O1	okno dvojité plastové s izolačním dvojsklem	**1,50**	**1,5**	vyhovuje
O2	okno dvojité plastové s izolačním dvojsklem	**1,50**	**1,5**	vyhovuje
O3	okno dvojité plastové s izolačním dvojsklem	**1,50**	**1,5**	vyhovuje
D1	dveře vstupní dřevěné	**3,50**	**3,5**	vyhovuje
D2	dveře balkónové plastové s izilačním dvojsklem	**1,50**	**1,5**	vyhovuje
D3	dveře vnitřní	**3,50**	**3,5**	vyhovuje
D4	dveře vnitřní	**3,50**	**3,5**	vyhovuje

C.1.3.4 TEPELNÁ ZTRÁTA OBJEKTU

Celková tepelná ztráta objektu je 93,82 kW.

C.1.3.5 POTŘEBA TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY

Potřeba tepla pro vytápění	$E_{VTP,A}$	284,26 MWh.rok^{-1}
Potřeba tepla pro ohřev teplé vody	$E_{TV,A}$	63,58 MWh.rok^{-1}

C.1.4 ZDROJ TEPLA

C.1.4.1 DRUH PRIMÁRNÍ ENERGIE

Pro vytápění a přípravu teplé vody tepelnými čerpadly a el. topným tělesem bude využita elektrická energie. Pro ohřev teplé vody bude využita energie slunečního záření přenášena do soustavy solárními kolektory.

C.1.4.2 ZDROJ TEPLA PRO VYTÁPĚNÍ A OHŘEV TEPLÉ VODY

Jako zdroj tepla bude sloužit kaskáda tepelných čerpadel 4x WPL 47 STIEBEL-ELTRON typu vzduch – voda v paralelně bivalentním provozu v kombinaci s el. topným tělesem STIEBEL-ELTRON FCR 280/270 o výkonu 27 kW. Elektrické topné těleso bude osazeno v akumulační nádrži. Bod bivalence nastává při venkovní teplotě -6 °C. Výkon kaskády tepelných čerpadel je při této teplotě 92,11 kW.

Tepelná čerpadla budou umístěna na instalační plošině na střeše objektu. Napojení TČ na potrubní rozvody bude pomocí izolované flexi hadice – dle výrobce. Akumulační nádrž je navržena STIEBEL-ELTRON SBP 1500 E cool o objemu 1503 l.

Pro systém přípravy teplé vody jsou navrženy čtyři zásobníky TV STIEBEL-ELTRON SBB 800 WP SOL o objemu 741 l.

V letním období bude provozována solární soustava jako zdroj tepla pro přípravu TV složena z celkem 24 ks solárních kolektorů STIEBEL-ELTRON SOL 27 PREMIUM S. Pro případ zálohování tepelných čerpadel je pro každý zásobník TV navrženo el. topné těleso STIEBEL-ELTRON FCR 18/60 o výkonu 6 kW.

C.1.4.3 ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ

Jako zařízení ochrany proti překročení nedovoleného přetlaku v soustavě jsou navrženy tlakové expanzní nádoby s membránou REFLEX a pojistné ventily MIEBES.

Pro kruh tepelného čerpadla je EN REFLEX N 250/6, o jmenovitém objemu 250 l, připojená pojistným potrubím DN15. Pro okruh distribuce topné vody je navržena EN REFLEX NG 140/6 o jmenovitém objemu 140 l, připojená pojistným potrubím DN20. Pro solární soustavu je navržena EN REFLEX S 140/10 o jmenovitém objemu 140 l, připojená pojistným potrubím DN15. Pro ochranu membrány EN solární soustavy před působením nedovolené teploty je navržena předřazená oddělovací nádrž REFLEX V 60/10 o jmenovitém objemu 60 l.

Pro ochranu zdroje tepla je navržen PV MIEBES 1"x1$^{1/4}$" s pojistným potrubím DN25 a otevíracím přetlakem 250 kPa, který bude osazen před každým tepelným čerpadlem. Pro ochranu akumulační nádrže je navržen PV MIEBES 1$^{1/4}$"x1$^{1/2}$" s pojistným potrubím DN 32 a otevíracím přetlakem 250 kPa. V případě překročení dovoleného přetlaku v solární soustavě, tj. 600 kPa, dojde k odpuštění teplonosné kapaliny pojistným ventilem, který je součástí solární skupiny, do záchytné nádoby připojené flexibilní hadicí.

Pro ochranu zásobníků teplé vody na vstupu studené a výstupu teplé vody budou osazeny pojistné ventily, jejich přesný návrh provede specialista ZTI a instalace se provede při montáží rozvodů ZTI.

C.1.5 SOLÁRNÍ SOUSTAVA

Solární soustava je navržena pro přípravu teplé vody v letních měsících. Velikost soustavy je navržena na měsíc červenec.

Počet solárních kolektorů		24 ks
Orientace solárních kolektorů		Jih
Sklon solárních kolektorů		30 °
Celková aperturní plocha		57,6 m^2
Roční využitelný tepelný zisk solární soustavou je	$Q_{ss,A}$	36,12 MWh.rok^{-1}.

Pro měření průtoku do solárních bloků a možnost vyvážení bude na každé přípojce solárního bloku osazen vyvažovací ventil s průtokoměrem TACOSETTER BYPASS SOLAR 130, DN20, výrobce TACONOVA.

Potrubí solární soustavy je navrženo z mědi. Spojování potrubí bude provedeno pájením natvrdo. Oběh teplonosné kapaliny v solární soustavě zajišťuje oběhové čerpadlo WILO Stratos PARA 25/1-8, které je součástí solární skupiny.

Soustava bude naplněna hotovou teplonosnou kapalinou H-30L nebo H-30LS, která se nesmí ředit s vodou. Plnění a vypouštění solární soustavy bude provádět certifikovaná firma na základě pokynů výrobce. Plnění soustavy bude probíhat po instalaci regulátoru a naplnění zásobníků teplé vody.

C.1.5.1 PRVKY SOUSTAVY

Solární kolektor STIEBEL-ELTRON SOL 27 PREMIUM S	24 ks
Solární skupina REGULUS S2 Solar 2	1 ks
Oddělovací nádrž REFLEX V 60/10	1 ks
Expanzní nádoba REFLEX S 140/10	1 ks
Zásobník TV STIEBEL-ELTRON SBB 800 WP SOL	4 ks
Vyvažovací ventil s průtokoměrem TACOSETTER BYPASS SOLAR 130, DN20, výrobce TACONOVA.	6 ks
Záchytná nádoba teplonosné kapalina	1ks

C.1.6 OTOPNÁ SOUSTAVA

C.1.6.1 POPIS OTOPNÉ SOUSTAVY

Otopná soustava je navržena jako dvoutrubková, nízkoteplotní s nuceným oběhem vody. Teplotní spád soustavy je 55/45 °C. Distribuce topné vody je rozdělena na čtyři větve – viz schéma zapojení otopných těles. Potrubní rozvody jsou navrženy z mědi. Potrubí v bytech bude vedeno nad podlahou, hlavní svislé rozvody budou vedeny ve stávající instalační šachtě a rozvody v suterénu a strojovně budou zavěšeny pod stropem.

C.1.6.2 OTOPNÉ PLOCHY

Pro vytápění místnotní jsou navržena desková otopná tělesa se spodním přopojením KORADO RADIK VK. V koupelnách budou osazena trubková otopná tělesa s oboustranným přopojením KORADO KORALUX LINEAR MAX.

Desková otopná tělesa budou na potrubí připojena pomocí regulačního H šroubení, které lze použít i pro uzavření porubí a odstavení tělesa. Dále mají tyto otopná tělesa integrovaný termostatický ventil s možností regulace průtoku v osmi stupních nastavení zdvihu kuželky ventilu. Koupelnová otopná tělesa budou připojena přímým termostatickým ventilem v koupelnovém provedeni na přívodním potrubí. Na vratném potrubí bude na výstupu z otopného tělesa osazeno přímé regulační šroubení, také v koupelnovém provedení. Otopná tělesa budou osazena termostatickými hlavicemi.

Výpisy otopných těles jsou uvedeny v projektové dokumentaci.

C.1.6.3 OBĚHOVÁ ČERPADLA

Nucený oběh otopné vody v otopné soustavě zajišťují navržená oběhová čerpadla.

Výpis oběhových čerpadel:

- okruh kaskády tepelných čerpadel	GRUNDFOF MAGNA3 50 – 100 F
- větev č.1	GRUNDFOF MAGNA3 32 - 120
- větev č.2	GRUNDFOF MAGNA3 32 - 120
- větev č.3	GRUNDFOF MAGNA3 32 - 120
- větev č.4	GRUNDFOF MAGNA3 32 - 120

C.1.6.4 TEPELNÁ IZOLACE POTRUBÍ

Potrubí bude opatřeno tepelnou izolací dle projektové dokumentace.

C.1.6.5 UPEVNĚNÍ A DILATACE POTRUBÍ

Potrubí bude uchyceno do gumových objímek a v bytech do plastových nástěnných příchytek dle velikosti průměru potrubí. Vzhledem k nízkým provozním teplotám v soustavě nedochází k zásadní teplotní roztažnosti materiálu potrubí. Dilatace bude kompenzována montážní vzdáleností A a horizontální rozvod v bytech bude opatřen U kompenzátorem dle výkresové dokumentace a kap. B.16.

C.1.6.6 ÚPRVA A DOPLŇOOVÁNÍ OTOPNÉ VODY

Doplňování otopné soustavy bude zajištěno ze stávajícího vnitřního vodovodu přes automatickou blokovou úpravnu vody s automatickým doplňováním inhibitoru AQUAPRODUCT AUVK1 a doplňovací zařízení REFLEX FILLCONTROL PLUS.

Při poklesu tlaku v soustavě, v místě snímače tlaku doplňovacího zařízení FILLCONTROL, pod plnící tlak se otevře regulační ventil doplňování a vpustí upravenou vodu do soustavy. Automatická úprava vody bude pobíhat na základě snímání impulzního vodoměru, která je součástí blokové úpravny vody.

C.1.6.7 MĚŘENÍ A REGULACE

C.1.6.7.1 HYDRAULICKÁ REGULACE SOUSTAVY

Vyrovnání tlakových poměrů v soustavě je zajištěno pomocí 8-stupňového termostatického ventilu a regulačního H šroubení deskových otopných těles, přímého termostatického ventilu a šroubení trubkových otopných těles. Nastavení ventilů a šroubení je uvedeno v projektové dokumentaci.

Kvalita vody (teplota) v jednotlivých distribučních větvích bude řízena trojcestným směšovacím ventilem na základě ekvitermní regulace (ekvitermní křivka shodná s křivkou regulátoru tepelných čerpadel) podle venkovní teploty snímané venkovním teplotním čidlem. Trojcestné ventily budou řízeny servopohonem propojeným s centrálou měření a regulace umístěné v technické místnosti.

C.1.6.7.2 MĚŘENÍ ODBĚRU TEPLA

Pro měření odběru tepla je navržen systém SIEMENS Siemeca M-BUS. Každý byt bude vybaven kalorimetrem SIEMENS MEGATRON 2 – Siemeca. Na 2. a 4. nadzemním podlaží budou instalování komunikační uzly systému SIEMEN Siemeca. Tento systém bude propojen s centrální sběrnou jednotkou dat umístěnou v technické místnosti.

C.1.6.7.3 REGULACE VÝKONU ZDROJE TEPLA

Výkon tepelného čerpadla je regulován v plném rozsahu elektronickým expanzním ventilem a regulačním modulem s přednastavenou ekvitermní křivkou od výrobce.

C.1.7 POŽADAVKY NA OSTATNÍ PROFESE

C.1.7.1 STAVEBNÍ PRÁCE

Pro montáž navrženého zařízení musí být zajištěna stavební připravenost na základě požadavků výrobce zařízení. Pro instalaci tepelných čerpadel je nutné zhotovit instalační plošinu, která musí mít dostatečnou únosnost, ověřenou statickým výpočtem a odolnost vůči působení klimatických jevů. Rozměrové uspořádání plošiny je zřejmé z projektové dokumentace. Při instalaci plošiny musí být obnoveny odstraněné tepelně a hydroizolační vrstvy ploché střechy a musí být zajištěna jejich správná funkce. Plošina musí být osazena na pružných podložkách, aby nedocházelo k šíření vibrací do stavebních konstrukcí. Budou odstraněny střešní části komínových těles.

Solární panely musí být osazeny ve vodorovné rovině. To bude zajištěno pomocí roznášecí nosné konstrukce jednotlivých solárních bloků.

C.1.7.2 ELEKTROINSTALACE

Pro zapojení zařízení odebírajících elektrickou energii bude v jeho blízkosti instalováno samostatné jištění ukončené zásuvkami s proudem 230 V a 400 V.

Zařízení	Jmenovité napěti
Tepelné čerpadlo STIEBEL-ELTRON WPL 47 - kompresor	400 V
Tepelné čerpadlo STIEBEL-ELTRON WPL 47 - řízení	230 V
El. Topné těleso čerpadlo STIEBEL-ELTRON FRC 28/270	400 V
El. Topné těleso čerpadlo STIEBEL-ELTRON FRC 18/60	400 V
Oběhové čerpadla GRUNDFOS	230 V
Solární skupina REGULUS S2 Solar 2	230 V
Servopohon trojcestných ventilů	230 V

Dále musí být na střeše objektu instalována ochrana solárních kolektorů a tepelných čerpadel proti zásahu blesku a uzemnění elektrických zařízení nacházejících se na střeše.

C.1.7.3 ZDRAVOTECHNIKA

Pro odvod kondenzátu vzniklého provozem tepelných čerpadel budou jednotlivá TČ napojena na odpadní potrubí PE100-SDR11 110x10 napojené na svislé odpadní potrubí ve stávající instalační šachtě přes zápachovou uzávěru. Zásobníky teplé vody budou napojeny na přívod pitné vody z domovního řádu. Připojení na domovní řád bude v místě před zpětnými klapkami napojení blokové úpravny vody. Potrubí přívodu studené vody bude před napojením na zásobník opatřeno zabezpečovací sestavou. Na výstupu studené vody bude osazen pojistný ventil. Pro udržení zdravotní nezávadnosti vody v zásobnících je navržena teplotní desinfekce. Přesný návrh zařízení ZTI provede specialista ZTI.

C.1.7.4 MĚŘENÍ A REGULACE

Propojení všech řídících modulů tepelných čerpadel a solární techniky, teplotních čidel a regulačních armatur. Dále propojení topných těles na řídící jednotku. Propojení systému teplotní desinfekce vody v zásobnících TV. Propojení systému Siemeca M-BUS s centrální jednotkou v technické místnosti.

C.1.8 ZKOUŠKY ZAŘÍZENÍ A UVEDENÍ DO PROVOZU

Po montáži všech prvků navrženého systému vytápění a ohřevu teplé vody je nutné všechna zařízení odzkoušet dle pokynů výrobce a dle ČSN 06 0310. O všech zkouškách bude proveden zápis do zkušebního protokolu. Zkoušky a zápisy o zkouškách budou provedeny za přítomnosti investora a projektanta.

Před uvedením do provozu musí být celá soustava řádně propláchnuta.

C.1.8.1 ZKOUŠKA TĚSNOSTI

Provede se před nátěrem a zaizolováním potrubí. Systém se odzkouší na působení nejvyššího dovoleného přetlaku. Soustava se naplní vodou a odvzdušní. Následně se celá soustava prohlédne. Nesmí dojit k viditelným netěsnostem a kritická místa se ověří pomocí mýdlového roztoku. Soustava zůstane napuštěná minimálně 6 hodin a následně se provede prohlídka. Během této doby nesmí dojít k viditelným netěsnostem nebo k značnému poklesu tlaku v expanzní nádobě.

C.1.8.2 PROVOZNÍ ZKOUŠKY

C.1.8.2.1 DILATAČNÍ ZKOUŠKA

Provede se před zazděním prostupů, zaizolováním a zakrytím. Teplonosná látka se ohřeje na nejvyšší pracovní teplotu a pak se nechá vychladnout na teplotu okolního vzduchu. Poté se postup opakuje. Následuje podrobná prohlídka soustavy. Pokud dojde ke vzniku netěsností či jiných závad, zkouška se po jejich odstranění zopakuje.

C.1.8.2.2 TOPNÁ ZKOUŠKA

Tato zkouška se provádí za účelem zajištění správné funkce technologického zařízení, armatur, měřících a regulačních zařízení, rovnoměrného ohřívání otopných těles, projektových předpokladů. Zkouška se provede v otopném období v délce trvání 72 bez delších provozních přestávek a v jejím průběhu budou dodržovány běžné podmínky provozu zařízení. Součástí této zkoušky je seřízení soustavy termostatickými ventily otopných těles a regulačními armaturami bude-li to průběh zkoušky vyžadovat

C.1.8.3 VYVÁŽENÍ SOUSTAVY

Přípojka akumulační nádrže je za trojcestným ventilem osazena vyvažovacím ventile STAD a to z důvodu rozdílné tlakové ztráty vnitřního výměníku. Vyvážení provede montážní firma před uvedením systému do provozu.

C.1.9 OCHRANA ZDRAVÍ A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

C.1.9.1 VLIVY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Při realizaci ani užívání díla nedojde k negativnímu působení na životní prostředí.

C.1.9.2 MNOŽSTVÝ VYPOUŠTĚNÝCH ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

Při provozu systému nebudou vznikat emise plynů a nebezpečných látek. Při provozu tepelných čerpadel bude vznikat kondenzát, který bude odveden do stávající kanalizace. Při překročení dovoleného přetlaku v otopné soustavě dojde k vypuštění otopné vody do stávající kanalizace. Při provozu solární soustavy bude při překročení povoleného přetlaku vypouštěna teplonosná kapalina do záchytné nádrže.

C.1.9.3 HOSPODAŘENÍ S ODPADY

Odpad vzniklý při realizaci a údržbě bude likvidován dle požadavků zákona č. 185/2011 Sb. O odpadech, ve znění pozdějších předpisů.

C.1.10 BEZPEČNOST A POŽÁRNÍ OCHRANA

C.1.10.1 POŽÁRNÍ OCHRANA

Realizace díla nevyvolá zvláštní požadavky na požární bezpečnost.

C.1.10.2 BEZPEČNOST PŘI REALIZACI DÍLA

Během realizace musí být dodrženy požadavky zákona 262/2006 Sb. – Zákoník práce, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 309/2006 Sb. O zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a nařízení vlády č. 362/2005 Sb. O bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky.

C.1.10.3 BEZPEČNOST PŘI PROVOZU A UŽÍVÁNÍ DÍLA

Technologická a zabezpečovací zařízení soustavy včetně kontrolních a regulačních armatur budou osazena tak, aby nedošlo k jejich poškození a byla umožněna bezpečná kontrola, údržba a obsluha. Musí být zabráněno přístupu nepovolaných osob. Osoba odpovědná údržbou zařízení bude seznámena s principy obsluhy a ochrany zdraví při užívání díla. O tomto proškolení bude proveden záznam za účasti investora a projektanta.

Systém bude uveden do provozu po úspěšném ukončení předepsaných zkoušek a po bezpečnostních revizích. Během provozu budou zařízení pravidelně kontrolována a o kontrole se provede zápis do kontrolního deníku.

C.2 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkresová dokumentace tvoří samostatnou přílohu této bakalářské práce.

Obsah výkresové dokumentace:

Číslo výkresu	Název výkresu	Měřítko
D.1.4.01	Půdorys 1. S	1:100
D.1.4.02	Půdorys 1. NP	1:100
D.1.4.03	Půdorys 2. NP	1:100
D.1.4.04	Půdorys 3. NP	1:100
D.1.4.05	Půdorys 4. NP	1:100
D.1.4.06	Schéma zapojení otopných těles	1:100
D.1.4.07	Půdorys technické místnosti	1:25
D.1.4.08	Půdorys střechy	1:100
D.1.4.09	Schéma zapojení zdroje tepla	1:25

2. ZÁVĚR

Cílem mé bakalářské práce bylo vypracování návrhu nízkoteplotního vytápění, pomocí tepelného čerpadla a návrh solární soustavy, zpracovaného pro bytový dům podle zadání.

V teoretické části jsem se zabýval obecným popisem tepelných čerpadel, principem jejich funkce a rozdělením. Dále jsem se věnoval obecnému popisu solárních soustav a kolektorů.

Ve výpočtové části jsem vypracoval návrh nízkoteplotní otopné soustavy bytového domu. Navrhl jsem zdroj tepla, kterým je kaskáda tepelných čerpadle v kombinaci s elektrickými topnými tělesy. Dále jsem vypracoval návrh solární soustavy pro ohřev teplé vody a zabezpečovací zařízení celého systému.

V projektové části jsem vypracoval technickou zprávu a projektovou dokumentaci.

3. SEZNAM PŘÍLOH

P1 Výpočet tepelných ztrát místností

P2 Výkresová dokumentace

4. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

4.1 LEGISLATIVA A NORMY

[1] Vyhláška č. 193/2007 Sb. kterou se stanoví podrobnosti účinnosti užití energie při rozvodu tepelné energie a vnitřním rozvodu tepelné energie a chladu

[2] Nařízení vlády č. 217/2016 Sb. O ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

[3] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody

[4] ČSN 73 0540 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky

[5] ČSN EN 12 831 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu

[6] ČSN 06 0320 Tepelné soustavy v budovách – Příprava teplé vody – Navrhování a projektování

[7] ČSN 06 0830 Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení

[8] ČSN 07 7401 Voda a pára pro tepelná energetická zařízení s pracovním tlakem páry do 8 MPa

[9] ČSN EN ISO 13 790 Energetická náročnost budov – Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení

[10] TNI 73 0302 Energetické hodnocení solárních tepelných soustav – Zjednodušený výpočtový postup

[11] TNI 73 0330 Zjednodušené výpočtové hodnocení a klasifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění – Bytové domy

[12] TNI 73 0331 Energetická náročnost budov – Typické hodnoty pro výpočet

[13] ČSN EN 14 511-2 Klimatizátory vzduchu, jednotky pro chlazení kapalin a tepelná čerpadla s elektricky poháněnými kompresory pro ohřívání a chlazení prostoru – Část 2: Zkušební podmínky

4.2 LITERATURA

14 VALENTA, Vladimír a kol. *Topenářská příručka 3: Návody na projektování tepelných zařízení*. Praha: Agentura ČSTZ, 2007. ISBN 978-80-86028-13-2.

15 PETRÁŠ, Dušan a kol. *Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie*. Bratislava: Jaga, 2008. Vytápění. ISBN 978-80-8076-069-4.

16 PETRÁŠ, Dušan a kol. *Vytápění rodinných a bytových domů*. Bratislava: Jaga, 2005. Vytápění. ISBN 80-807-6020-9.

17 MATUŠKA, Tomáš. *Solární soustavy pro bytové domy*. Praha: Grada, 2010. Profi. ISBN 978-80-247-3503-0.

4.3 INTERNETOVÉ ZDROJE

[18] DŘÍMAL, Petr. *Tepelná čerpadla, geotermalní energie* [online]. CZ.1.07/1.1.00/44.0006. Brno: Střední průmyslová škola elektrotechnická a informačních technologií Brno, ©2016 [cit. 2017-05-16]. ISBN 978-80-88058-05-2. Dostupné z: https://publi.cz/books/93/Impresum.html

[19] Princip tepelného čerpadla. In: *Terms.* [online]. České Budějovice: Terms CZ s.r.o, ©2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: http://www.terms-cz.com/tepelna-cerpadla.php

[20] MATUŠKA, Tomáš. Parametry pro hodnocení efektivity tepelných čerpadel: COP a SCOP. In: *TZB-info* [online]. Buštěhrad: Topinfo, 2015 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13196-parametry-pro-hodnoceni-efektivity-tepelnych-cerpadel-cop-a-scop

[21] Typy tepelných čerpadel. In: *IVT tepelná čerpadla* [online]. PRAHA 4: IVT, ©2003-2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: http://www.cerpadla-ivt.cz/cz/typy-tepelnych-cerpadel?gclid=CMjAhuiJ99MCFciqGAod8UAP4A

[22] Zemní plošný kolektor – instalace. .*Gerotop* [online]. Stráž nad Nisou: GEROtop spol. s r.o., ©2017 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: http://www.gerotop.cz/instalace-plosneho-kolektoru

[23] Schéma absorpčního TČ. In: *TZB portal* [online]. Ostrava: tzbportal.sk, ©2010-2011 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: http://www.tzbportal.sk/kurenie-voda-plyn/hodnoceni-efektivity-prace-tepelnych-cerpadel.html

[24] *PROJEKTOVÁNÍ A INSTALACE TEPELNÁ ČERPADLA: TECHNICKÉ INFOTMACE - Tepelná čerpadla Stiebel Eltron*. Praha 5, 2015. Dostupné také z: http://www.tepelna-cerpadla.cz/cz/ke-stazeni

[25] KRAINER, Robert. Postup při návrhu tepelných čerpadel. In: *TZB-info* [online]. Praha 6: Topinfo s.r.o, 2015 [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12401-postup-pri-navrhu-tepelnych-cerpadel

[26] O kompresorech. *IVT Ostrava* [online]. Ostrava: Tepelná čerpadla OVA, ©2008-2017 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: http://www.ivtostrava.cz/cs/o-kompresorech.html

[27] DAVID, Petr. Kompresory pro tepelná čerpadla. In: *TZB-info* [online]. Praha 6: Topinfo s.r.o, 2015 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/13498-kompresory-pro-tepelna-cerpadla

[28] CHLADIVA V OBĚZÍCH TEPELNÝCH ČERPADEL. DUŠAN, Petráš a kol. *Nízkoteplotní vytápění a obnovitelné zdroje energie*. Bratislava: Jaga group, ©2008, 177 - 177. Vytápění. ISBN 978-80-8076-069-4.

[29] KRAINER, Robert a Jiří DUDA. Chladiva používaná v tepelných čerpadlech. In: *TZB-info* [online]. Praha 6: Topinfo s.r.o, 2015 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/12647-chladiva-pouzivana-v-tepelnych-cerpadlech

[30] Proč instalovat solární soustavy v bytových domech? MATUŠKA, Tomáš. *Solární soustavy pro bytové domy*. Praha 7: Grada Publishing, ©2010, s. 9-12. ISBN 978-80-247-3503-0

[31] ONDRÁŠEK, Dušan. Solární systémy pro bytové domy a nové poznatky z praxe. In: *TZB-info* [online]. Praha 6: Topinfo s.r.o, 2010 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: http://www.tzb-info.cz/7031-solarni-systemy-pro-bytove-domy-a-nove-poznatky-z-praxe

[32] Prvky solárních soustav, navrhování a instalce. MATUŠKA, Tomáš. *Solární soustavy pro bytové domy*. Praha 7: Grada Publishing, ©2010, s. 43-46. ISBN 978-80-247-3503-0

[33] Solární systémy. *Viessmann* [online]. Chrášťany: Viessmann, spol. s r.o, 2015 [cit. 2017-05-18]. Dostupné z: http://www.viessmann.cz/cs/obytne-budovy/solarni-systemy.html

[34] Solární tepelné soustavy. MATUŠKA, Tomáš. *Solární soustavy pro bytové domy*. Praha 7: Grada Publishing, ©2010, s. 21. ISBN 978-80-247-3503-0

[35] Solární tepelné soustavy. MATUŠKA, Tomáš. *Solární soustavy pro bytové domy*. Praha 7: Grada Publishing, ©2010, s. 28-33. ISBN 978-80-247-3503-0

[36] Energetické přínosy solárních soustav v bytových domech. MATUŠKA, Tomáš. *Solární soustavy pro bytové domy*. Praha 7: Grada Publishing, ©2010, s. 111-112. ISBN 978-80-247-3503-0

[37] KORADO: RADIK® – Desková otopná tělesa. *KORADO* [online]. Česká Třebová: KORADO, ©2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: https://www.korado.cz/produkty/radik.html

[38] KORADO: KORALUX® – Trubková otopná tělesa. *KORADO* [online]. Česká Třebová: KORADO, ©2017, [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: https://www.korado.cz/produkty/koralux.html

[39] *OBSLUHA A INSTALACE: SBB 600-1000 WP SOL*. Dostupné také z: https://partner.stiebel-eltron.cz/externi/qc_view.php? Hash=8e66660cd6c2a6e85427ebe8a2d089d1

[40] Plochý kolektor k montáži na střechu SOL 27 premium. In: Http://www.stiebel-*eltron.cz/obnovitelne-zdroje-energie/produkty/solar-solarni/solarni-kolektory/plochy-kolektor-k-montazi-na-strechu-sol-27-premium/* [online]. [cit. 2017-05-19]. Dostupné z: http://www.stiebel-eltron.cz/obnovitelne-zdroje-energie/produkty/solar-solarni/solarni-kolektory/plochy-kolektor-k-montazi-na-strechu-sol-27-premium/

[41] *Technické informace: Tepelná čerpadla Stiebel Eltron*. Praha 5, ©2006-2017. Dostupné také z: http://www.tepelna-cerpadla.cz/cz/ke-stazeni

[42] *OBSLUHA A INSTALACE: SBP 1000-1500*. Dostupné také z: https://partner.stiebel-eltron.cz/externi/qc_view.php?Hash=23a36f1cc3c21987e47aa595a75c9f2a

[43] *Bezdrátový systém pro dálkové odečítání*. Praha 6, 2005. Dostupné také z: http://w5.siemens.com/web/cz/cz/corporate/portal/home/produkty_a_sluzby/IBT/mereni_a_regulace/mereni_tepla_a_prutoku/Siemeca_AMR/Documents/31408_N2870C$Siemeca.pdf

[44] Výpočet tlakové ztráty třením v potrubí. *TZB-info* [online]. Praha 6: TZB-info, ©2001-2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/87-vypocet-tlakove-ztraty-trenim-v-potrubi

[45] Průtokový součinitel kv a graf tlakových ztrát. *TZB-info* [online]. Praha 6: Topinfo, ©2001-2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/48-prutokovy-soucinitel-kv-a-graf-tlakovych-ztrat

[46] Dvoutrubková otopná soustava. In: *KORADO* [online]. Česká Třebová: KORADO, ©2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: https://www.korado.cz/produkty/radik/vseobecne-udaje/dvoutrubkova-otopna-soustava.html

[47] KORADO: Základní vybavení. In: *KORADO* [online]. Česká Třebová: KORADO, ©2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: https://www.korado.cz/produkty/radik/vseobecne-udaje/zakladni-vybaveni.html

[48] *Technický list: Koupelnová připojovací sada OPTIMA*. Podhořany, 2015. Dostupné také z: http://www.ivarcs.cz/cz/koupelnova-pripojovaci-sada-optima-ivar-dv-013-ivar-dv-023-ivar-dv-020-ivar-dv-030

[49] *Technický list: Termostatická hlavice kapalinová*. Podhořany, 2015. Dostupné také z: http://www.ivarcs.cz/cz/termostaticka-kapalinova-hlavice-ivar-t-5000-ivar-t-3000-ivar-td-3000

[50] *Technický list: VEKOLUXIVAR PŘÍMÝ DVOUTRUBKOVÝ SYSTÉM*. Podhořany, 2015. Dostupné také z: http://www.ivarcs.cz/cz/vekoluxivar-primy-dvoutrubkovy-system-ivar-dd-343-ivar-dd-345

[51] RÁŽ, Jiří V. Fyzikální vlastnosti nemrznoucích směsí a navrhování soustav. In: *TZB-info* [online]. Praha 6: Topinfo, 2010 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/6899-fyzikalni-vlastnosti-nemrznoucich-smesi-a-navrhovani-soustav

[52] *Technické informace: Solární zařízení Stiebel Eltron*. Praha 5, ©2006-2017. Dostupné také z: http://www.tepelna-cerpadla.cz/cz/ke-stazeni

[53] GRUNDFOS PRODUCT CENTER. *GRUNDFOS* [online]. Olomouc: GRUNDFOS, 2014 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?time=1494955653441&qcid=56117069

[54] REGULUS: Solární čerpadlové skupiny. *REGULUS* [online]. Praha 4: REGULUS, 2016 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: http://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_technicky-list_s2-solar2-wilo.pdf

[55] *Tlakové expanzní nádoby s membránou: Technické podklady*. Praha 9, ©2006-2017. Dostupné také z: file:///C:/Users/Petr/Downloads/reflex_refix_2014.pdf

[56] *Ventily pojistné a směšovací*. Praha 9, 2006. Dostupné také z: http://www.meibes.cz/system/documents/files/000/001/235/original/MEIBES_cenik-2017_kapitola-6_Ventily-pojistne-a-smesovaci.pdf?1485621308

[57] Pojistný ventil 6 bar SOL. In: *REGULUS* [online]. Praha: Regulus s r.o., ©2015-2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: http://www.regulus.cz/cz/pojistny-ventil-6-bar-sol

[58] *Kombinovaný rozdělovač se sběračem RS KOMBI, RS MINI a RS UNIVERSAL*. Praha 2, 2012. Dostupné také z: http://www.etl.cz/prilohy/ETL_407_2012%2001.pdf

[59] FILTR ZÁVITOVÝ FIV.08412. In: *IVAR CS* [online]. Podhořany: IVAR CS, ©2001-2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: http://www.ivarcs.cz/cz/filtr-zavitovy-fiv-08412

[60] *Odlučovače nečistot a kalů Exdirt: Technické informace*. Praha 9, ©2006-2017. Dostupné také z: http://www.reflexcz.cz/cz/odlucovace-necistot-a-kalu-exdirt

[61] SMĚŠOVACÍ VENTIL TŘÍCESTNÝ IVAR.MIX 3. In: *IVAR CS* [online]. Podhořany: IVAR CS, ©2001-2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: http://www.ivarcs.cz/cz/smesovaci-ventil-tricestny-ivar-mix-3

[62] *STAD Vyvažovací ventily DN 15-50*. Humpolec, 2015. Dostupné také z: http://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Produkty/vyva%C5%BEov%C3%A1n%C3%AD-regulace-a-pohony/vyva%C5%BEovac%C3%AD-ventily/vyva%C5%BEovac%C3%AD-ventily/STAD/3640abaa-f827-499f-b793-457d0868a2a1

[63] *Datový list TACOSETTER BYPASS SOLAR 130: TACOSETTER BYPASS SOLAR 130*. Praha 9, 2016. Dostupné také z: http://www.taconova.com/fileadmin/user_upload/dp_taconova/downloads/DB/HA/TacoSetter_Bypass_Solar_130_cz.pdf

[64] *KOREKČNÍ PRŮTOKOVÉ KŘIVKY GLYKOLU*. Praha 9, 2016. Dostupné také z: http://www.taconova.com/fileadmin/user_upload/dp_taconova/downloads/DB/HA/TacoSetter_Korrekturkurven_cz.pdf

[65] AUVK automatické úpravny vody kabinetní. *Aqua product.* [online]. Moravany: AQUA product, ©2006 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: http://katalog.aquaproduct.cz/?id=automaticke-upravny-vody-kabinetni-auvk

[66] *Zařízení pro doplňování a úpravu kvality vody: Technické informace*. Praha 9,©2006-2017. Dostupné také z: http://www.reflexcz.cz/cz/magcontrol-spolehlivy-a-osvedceny

[67] *Odborná instalace měděných trubek*. Budapešť, ©2001. Dostupné také z: http://medenerozvody.cz/sites/default/files/publication_files/1_odborna_instalace_medenych_trubek_ucebnice.pdf

[68] Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu. *TZB-info* [online]. Praha 6: Topinfo, ©2001-2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: http://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubi-s-izolaci-kruhoveho-prurezu

[69] PAROC Hvac Section AluCoat T. In: *Paroc* [online]. Helsinki: Paroc Group Oy, ©2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: http://www.paroc.cz/reseni-produkty/products/pages/potrubni-pouzdra/paroc-hvac-section-alucoat-t

[70] Kaučukové izolace. In: *Darte* [online]. Praha 9: Darte, ©2017 [cit. 2017-05-16]. Dostupné z: http://www.darte.cz/technicke-izolace/kaucukove-izolace

[71] *Ekonomika provozu 2014.4 Stiebel Eltron*. Praha 5, 2014. Dostupné také z: https://partner.stiebel-eltron.cz/externi/qc_view.php?Hash=b7efaa5d4187b0ff0aafd94bb5576d57

[72] MICHÁLKOVÁ, Monika. Hluk ve vnějším i vnitřním chráněném prostoru staveb při obnovách a rekonstrukcích objektů. In: *TZB-info* [online]. Praha 6: Topinfo, ©2001-2017 [cit. 2017-05-20]. Dostupné z: http://stavba.tzb-info.cz/akustika-staveb/8355-hluk-ve-vnejsim-i-vnitrnim-chranenem-prostoru-staveb-pri-obnovach-a-rekonstrukcich-objektu

5. SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

TČ	Tepelné čerpadlo
TV	Teplá voda
COP	Topný faktor
SCOP	Sezónní topný faktor
BB	Bod bivalence
VK	Pravé spodní připojení otopného tělesa KORADO Radik
VKL	Levé spodní připojení otopného tělesa KORADO Radik
KRL	Trubkové otopné těleso KORADO Koralux Linear Max
TRV	Termostatický ventil
TPV	Termostatický přímý ventil
HRŠ	Regulační h šroubení
PŠ	Přímé regulační šroubení
EN	Expanzní nádoba
PV	Pojistný ventil

6. SEZNAM TABULEK

7. SEZNAM OBRÁZKŮ

8. SEZNAM GRAFŮ

9. PŘÍLOHA P1

VÝPOČET TEPELNÝCH ZTRÁT MÍSTNOSTÍ

Místnost 101, 127 - kuchyň

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	11,51	0,21	0,02	0,23	1,00	2,59
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
						$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k =$	**5,86**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	7,78	0,75	0,02	0,21	0,29	0,46
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	2,96	2,77	0,02	2,77	0,29	2,34
PDL	podlaha nad suterénem	11,88	0,29	0,02	0,29	0,29	12,46
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$	**15,25**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	5,36	2,77			-0,11	-1,69
						$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij} =$	**-1,69**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	**19,42**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**679,67**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
11,88	2,75	32,67	1,50	49,01	1,00	4,50	0,02	1,00	5,88	49,01

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**16,66**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**583,16**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1262,83**	**[W]**

Místnost 102, 128 - pokoj

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k [Wm⁻²K⁻¹]	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	25,67	0,21	0,02	0,23	1,00	5,78
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
						$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k =$	**9,05**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u [Wm⁻²K⁻¹]	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
PDL	podlaha nad suterénem	19,99	0,29	0,02	0,31	0,29	20,59
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$	**20,59**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} = H_{T,iue}$	**29,64**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**1037,40**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
19,99	2,75	54,97	0,50	27,49	1,00	4,50	0,02	1,00	9,90	27,49

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**9,35**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**327,09**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1364,48**	**[W]**

Místnost 103, 129 - obývací pokoj

výpočtová venkovní teplota	θ_i [°C]	20
výpočtová vnitřní teplota	θ_e [°C]	-15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	33,24	0,21	0,02	0,23	1,00	7,49
O2+O3	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,90	1,50	0,00	1,50	1,00	4,35
D2	dveře balkónvé plast. s izol. dvojsklem	2,05	3,50	0,00	3,50	1,00	7,18
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**19,01**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
PDL	podlaha nad suterénem	30,79	0,29	0,02	0,31	0,29	31,39
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		**31,39**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$	**50,40**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**1764,02**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
30,79	2,75	84,67	0,50	42,34	2,00	4,50	0,03	1,00	22,86	42,34

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**14,39**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**503,80**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**2267,82**	**[W]**

Místnost 105, 131 - ložnice

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	13,29	0,21	0,02	0,23	1,00	2,99
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
						$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k =$	**6,26**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
PDL	podlaha nad suterénem	22,33	0,29	0,02	0,31	0,29	22,93
SN1	stěna vnitřní nosná k nevytápěnému schodišti	10,73	0,75	0,02	0,77	0,29	2,35
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$	**25,28**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$	**31,54**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**1103,95**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
22,33	2,75	61,41	0,50	30,70	1,00	4,50	0,02	1,00	11,05	30,70

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**10,44**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**365,37**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1469,33**	**[W]**

Místnost 106,132 - chodba (nepřímo vytápěno)

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	2,38	0,75	0,02	0,77	0,29	0,52
D1	vstupní dveře do bytu	1,77	3,50	0,00	3,50	0,29	1,77
PDL	podlaha nad suterénem	10,43	0,29	0,02	0,31	0,29	11,03
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$	**13,31**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	10,89	2,77			-0,11	-3,44
D3	dveře vnitřní - do koupelny	1,38	3,50			-0,11	-0,55
						$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij} =$	**-3,99**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	**9,32**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**326,26**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
10,43	2,75	28,68	0,50	14,34	0,00	4,50	0,03	1,00	7,74	14,34

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**4,88**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**170,66**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**496,92**	**[W]**

POZNÁMKA: Tepelná ztráta bude rovnoměrně rozdělena mezi přilehlé vytápěné místnosti

Místnost 107, 116, 124, 133 - WC (nepřímo vytápěno)

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 20

výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	4,77	0,75	0,02	0,77	0,29	1,05
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	3,34	2,77	0,02	2,79	0,29	2,66
PDL	podlaha nad suterénem	1,35	0,29	0,02	0,31	0,29	1,95
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$		**5,65**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	4,43	2,77			-0,11	-1,40
					$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij} =$		**-1,40**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	**4,25**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**148,70**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
1,35	2,75	3,71	1,50	5,57	0,00	1,50	0,03	1,00	0,33	5,57

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**1,89**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**66,27**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**214,97**	**[W]**

POZNÁMKA: Tepelná ztráta bude rovnoměrně rozdělena mezi přilehlé vytápěné místnosti

Místnost 108, 134 - koupelna

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 24
výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	1,32	2,77	0,02	2,79	0,29	1,05
PDL	podlaha nad suterénem	3,33	0,29	0,02	0,31	0,29	3,93
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		4,98

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k chodbě	10,89	2,77			0,11	3,44
D3	dveře vnitřní - do chodby	1,38	3,50			0,11	0,55
SN2	stěna vnitřní nenosná - k WC	4,43	2,77			0,11	1,40
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke kuchyni	5,36	2,77			0,11	1,69
					$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =		7,08

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	12,06	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	470,37	[W]

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky		Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
			n [h⁻¹]	$V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]						
3,33	2,75	9,16	1,50	13,74	0,00	1,50	0,03	1,00	0,82	13,74

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	4,67	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	182,14	[W]

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	652,51	[W]

Místnost 110, 118 - kuchyň

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	14,23	0,21	0,02	0,23	1,00	3,21
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		6,48

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	Ak.Ukc.bu [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	7,78	0,75	0,02	0,77	0,29	1,70
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	3,34	2,77	0,02	2,79	0,29	2,66
PDL	podlaha nad suterénem	12,63	0,29	0,02	0,31	0,29	13,23
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		17,59

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	7,23	2,77			-0,11	-2,28
					$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =		-2,28

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$	**21,78**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**762,29**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
12,63	2,75	34,73	1,50	52,10	1,00	4,50	0,02	1,00	6,25	52,10

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**17,71**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**619,98**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1382,27**	**[W]**

Místnost 111, 119 - pokoj

výpočtová venkovní teplota	θ_i [°C]	20
výpočtová vnitřní teplota	θ_e [°C]	-15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	15,00	0,21	0,02	0,23	1,00	3,38
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		6,65

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
PDL	podlaha nad suterénem	19,37	0,29	0,02	0,31	0,29	19,97
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		19,97

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$	**26,62**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**931,55**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
19,37	2,75	53,27	0,50	26,63	1,00	4,50	0,02	1,00	9,59	26,63

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**9,06**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**316,94**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1248,49**	**[W]**

Místnost 112, 120 - obývací pokoj

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	26,17	0,21	0,02	0,23	1,00	5,90
O2+O3	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,90	1,50	0,00	1,50	1,00	4,35
D2	dveře balkónvé plast. s izol. dvojsklem	2,05	3,50	0,00	3,50	1,00	7,18
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**17,42**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
PDL	podlaha nad suterénem	22,56	0,29	0,02	0,31	0,29	23,16
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		**23,16**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	**$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$**	**40,58**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	**$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**1420,21**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
22,56	2,75	62,04	0,50	31,02	2,00	4,50	0,03	1,00	16,75	31,02

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	**$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$**	**10,55**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	**$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**369,14**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	**$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$**	**1789,35**	**[W]**

Místnost 114, 122 - ložnice

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	9,10	0,21	0,02	0,23	1,00	2,05
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**5,32**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
PDL	podlaha nad suterénem	15,98	0,29	0,02	0,31	0,29	16,58
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		**16,58**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	**$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$**	**21,90**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	**$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**766,37**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
15,98	2,75	43,95	0,50	21,97	1,00	4,50	0,02	1,00	7,91	21,97

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**7,47**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**261,47**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1027,85**	**[W]**

Místnost 115, 123 - chodba (nepřímo vytápěno)

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 20

výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	2,38	0,75	0,02	0,77	0,29	0,52
D1	vstupní dveře do bytu	1,77	3,50	0,00	3,50	0,29	1,77
PDL	podlaha nad suterénem	10,88	0,29	0,02	0,31	0,29	11,48
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		**13,76**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	12,07	2,77			-0,11	-3,81
D3	dveře vnitřní - do koupelny	1,38	3,50			-0,11	-0,55
					$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =		**-0,55**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	**13,21**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**462,43**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
10,88	2,75	29,92	0,50	14,96	0,00	4,50	0,03	1,00	8,08	14,96

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**5,09**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**178,02**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**640,46**	**[W]**

POZNÁMKA: Tepelná ztráta bude rovnoměrně rozdělena mezi přilehlé vytápěné místnosti

Místnost 117, 125 - koupelna

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 24
výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	1,32	2,77	0,02	2,79	0,29	1,05
PDL	podlaha nad suterénem	3,89	0,29	0,02	0,31	0,29	4,49
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		5,54

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k chodbě	12,07	2,77			0,114	3,81
D3	dveře vnitřní - do chodby	1,38	3,50			0,114	0,55
SN2	stěna vnitřní nenosná - k WC	4,67	2,77			0,114	1,48
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke kuchyni	7,23	2,77			0,114	2,28
					$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =		8,12

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	**13,66**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**532,75**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky		Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
			n [h⁻¹]	$V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]						
3,89	2,75	10,70	1,50	16,05	0,00	1,50	0,03	1,00	0,96	16,05

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**5,46**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**212,77**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**745,52**	**[W]**

Místnost 201, 227, 301, 327 - kuchyň

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	$_\Delta U$ [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	11,51	0,21	0,02	0,23	1,00	2,59
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		5,86

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	7,78	0,75	0,02	0,21	0,29	0,46
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	2,96	2,77	0,02	2,77	0,29	2,34
PDL	podlaha	11,88					
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		2,79

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	5,36	2,77			-0,11	-1,69
					$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =		-1,69

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	6,96	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	243,71	[W]

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
11,88	2,75	32,67	1,50	49,01	1,00	4,50	0,02	1,00	5,88	49,01

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	16,66	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	583,16	[W]

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	826,87	[W]

Místnost 202, 228, 302, 328 - pokoj

výpočtová venkovní teplota	θ_i [°C]	20
výpočtová vnitřní teplota	θ_e [°C]	-15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k [Wm⁻²K⁻¹]	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	25,67	0,21	0,02	0,23	1,00	5,78
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		9,05

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u [Wm⁻²K⁻¹]	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
PDL	podlaha	19,99					
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		0,00

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} = H_{T,iue}$	9,05	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	316,89	[W]

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
19,99	2,75	54,97	0,50	27,49	1,00	4,50	0,02	1,00	9,90	27,49

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	9,35	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	327,09	[W]

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	643,97	[W]

Místnost 203, 229, 303, 329- obývací pokoj

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	33,24	0,21	0,02	0,23	1,00	7,49
O2+O3	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,90	1,50	0,00	1,50	1,00	4,35
D2	dveře balkónvé plast. s izol. dvojsklem	2,05	3,50	0,00	3,50	1,00	7,18
						$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k =$	**19,01**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
PDL	podlaha	30,79					
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$	**0,00**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$	**19,01**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**665,51**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]

Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
30,79	2,75	84,67	0,50	42,34	2,00	4,50	0,03	1,00	22,86	42,34

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**14,39**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**503,80**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1169,31**	**[W]**

Místnost 205, 231, 305, 331 - ložnice

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	13,29	0,21	0,02	0,23	1,00	2,99
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
						$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k =$	**6,26**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
PDL	podlaha	22,33					
SN1	stěna vnitřní nosná k nevytápěnému schodišti	10,73	0,75	0,02	0,77	0,29	2,35
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$	**2,35**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$	**8,62**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**301,54**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
22,33	2,75	61,41	0,50	30,70	1,00	4,50	0,02	1,00	11,05	30,70

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**10,44**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**365,37**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**666,92**	**[W]**

Místnost 206, 232, 306, 332 - chodba (nepřímo vytápěno)

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 20

výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	2,38	0,75	0,02	0,77	0,29	0,52
D1	vstupní dveře do bytu	1,77	3,50	0,00	3,50	0,29	1,77
PDL	podlaha	10,43					
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$		**2,29**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	10,89	2,77			-0,11	-3,44
D3	dveře vnitřní - do koupelny	1,38	3,50			-0,11	-0,55
					$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij} =$		**-3,99**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	**-1,70**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**-59,65**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
10,43	2,75	28,68	0,50	14,34	0,00	4,50	0,03	1,00	7,74	14,34

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**4,88**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**170,66**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**111,01**	**[W]**

POZNÁMKA: Tepelná ztráta bude rovnoměrně rozdělena mezi přilehlé vytápěné místnosti

Místnost 207, 216, 224, 233, 307, 316, 324, 333 - WC (nepřímo vytápěno)

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	4,77	0,75	0,02	0,77	0,29	1,05
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	3,34	2,77	0,02	2,79	0,29	2,66
PDL	podlaha	1,35					
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =	**3,70**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	4,43	2,77			-0,11	-1,40
						$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =	**-1,40**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	**$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$**	**2,30**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	**$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**80,60**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]

Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
1,35	2,75	3,71	1,50	5,57	0,00	1,50	0,03	1,00	0,33	5,57

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	**$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$**	**1,89**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	**$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**66,27**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	**$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$**	**146,86**	**[W]**

POZNÁMKA: Tepelná ztráta bude rovnoměrně rozdělena mezi přilehlé vytápěné místnosti

Místnost 208, 234, 308, 334 - koupelna

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 24
výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	1,32	2,77	0,02	2,79	0,29	1,05
PDL	podlaha	3,33					
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =	**1,05**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k chodbě	10,89	2,77			0,11	3,44
D3	dveře vnitřní - do chodby	1,38	3,50			0,11	0,55
SN2	stěna vnitřní nenosná - k WC	4,43	2,77			0,11	1,40
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke kuchyni	5,36	2,77			0,11	1,69
						$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =	**7,08**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	**$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$**	**8,13**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	**$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**317,26**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
3,33	2,75	9,16	1,50	13,74	0,00	1,50	0,03	1,00	0,82	13,74

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**4,67**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**182,14**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**499,40**	**[W]**

Místnost 210, 218, 310, 318 - kuchyň

výpočtová venkovní teplota	θ_i [°C]	20
výpočtová vnitřní teplota	θ_e [°C]	-15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	14,23	0,21	0,02	0,23	1,00	3,21
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
				$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =			**6,48**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	Ak.Ukc.bu [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	7,78	0,75	0,02	0,77	0,29	1,70
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	3,34	2,77	0,02	2,79	0,29	2,66
PDL	podlaha	12,63					
				$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =			**4,36**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	7,23	2,77			-0,11	-2,28
				$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =			**-2,28**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$	**8,55**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**299,39**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
12,63	2,75	34,73	1,50	52,10	1,00	4,50	0,02	1,00	6,25	52,10

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**17,71**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**619,98**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**919,36**	**[W]**

Místnost 211, 219, 311, 319 - pokoj

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	15,00	0,21	0,02	0,23	1,00	3,38
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
						$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =	**6,65**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
PDL	podlaha	19,37					
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =	**0,00**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	**$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$**	**6,65**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	**$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**232,74**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]

Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
19,37	2,75	53,27	0,50	26,63	1,00	4,50	0,02	1,00	9,59	26,63

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	**$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$**	**9,06**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	**$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**316,94**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	**$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$**	**549,68**	**[W]**

Místnost 212, 220, 312, 320 - obývací pokoj

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	26,17	0,21	0,02	0,23	1,00	5,90
O2+O3	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,90	1,50	0,00	1,50	1,00	4,35
D2	dveře balkónvé plast. s izol. dvojsklem	2,05	3,50	0,00	3,50	1,00	7,18
						$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =	**17,42**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
PDL	podlaha	22,56					
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =	**0,00**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	**$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$**	**17,42**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	**$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**609,76**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
22,56	2,75	62,04	0,50	31,02	2,00	4,50	0,03	1,00	16,75	31,02

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**10,55**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**369,14**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**978,89**	**[W]**

Místnost 214, 222, 314, 322 - ložnice

výpočtová venkovní teplota	θ_i [°C]	20
výpočtová vnitřní teplota	θ_e [°C]	-15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	9,10	0,21	0,02	0,23	1,00	2,05
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**5,32**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
PDL	podlaha	15,98					
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		**0,00**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$	**5,32**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**186,21**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráněných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
15,98	2,75	43,95	0,50	21,97	1,00	4,50	0,02	1,00	7,91	21,97

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**7,47**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**261,47**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**447,69**	**[W]**

Místnost 215, 223, 315, 323 - chodba (nepřímo vytápěno)

výpočtová vnitřní teplota	θ_i [°C]	20
výpočtová venkovní teplota	θ_e [°C]	-15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	2,38	0,75	0,02	0,77	0,29	0,52
D1	vstupní dveře do bytu	1,77	3,50	0,00	3,50	0,29	1,77
PDL	podlaha	10,88					
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		**2,29**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	12,07	2,77			-0,11	-3,81
D3	dveře vnitřní - do koupelny	1,38	3,50			-0,11	-0,55
				$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =			-0,55

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	1,74	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	60,78	[W]

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
10,88	2,75	29,92	0,50	14,96	0,00	4,50	0,03	1,00	8,08	14,96

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	5,09	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	178,02	[W]

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	238,80	[W]

POZNÁMKA: Tepelná ztráta bude rovnoměrně rozdělena mezi přilehlé vytápěné místnosti

Místnost 217, 225, 317, 325 - koupelna

výpočtová vnitřní teplota	θ_i [°C]	24
výpočtová venkovní teplota	θ_e [°C]	-15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	1,32	2,77	0,02	2,79	0,29	1,05
PDL	podlaha	3,89					
				$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =			1,05

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k chodbě	12,07	2,77			0,114	3,81
D3	dveře vnitřní - do chodby	1,38	3,50			0,114	0,55
SN2	stěna vnitřní nenosná - k WC	4,67	2,77			0,114	1,48
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke kuchyni	7,23	2,77			0,114	2,28
				$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =			8,12

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	9,17	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	357,80	[W]

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně – ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
3,89	2,75	10,70	1,50	16,05	0,00	1,50	0,03	1,00	0,96	16,05

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	5,46	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	212,77	[W]

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	570,57	[W]

Místnost 401, 427 - kuchyň

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	11,51	0,21	0,02	0,23	1,00	2,59
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
SCH	střecha	11,88	0,19	0,02	0,21	1,00	13,09
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**18,96**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	7,78	0,75	0,02	0,21	0,29	0,46
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	2,96	2,77	0,02	2,77	0,29	2,34
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		**2,79**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	5,36	2,77			-0,11	-1,69
					$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =		**-1,69**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	**$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$**	**20,06**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	**$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**701,94**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
11,88	2,75	32,67	1,50	49,01	1,00	4,50	0,02	1,00	5,88	49,01

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	**$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$**	**16,66**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	**$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**583,16**	**[W]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	**$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$**	**1285,10**	**[W]**

Místnost 402, 428 - pokoj

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k [Wm⁻²K⁻¹]	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	25,67	0,21	0,02	0,23	1,00	5,78
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
SCH	střecha	19,99	0,19	0,02	0,21	1,00	21,20
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**30,26**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	**$H_{T,i} = H_{T,ie}$ =**	**30,26**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	**$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$**	**1058,96**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
19,99	2,75	54,97	0,50	27,49	1,00	4,50	0,02	1,00	9,90	27,49

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**9,35**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**327,09**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1386,05**	**[W]**

Místnost 403, 429- obývací pokoj

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	33,24	0,21	0,02	0,23	1,00	7,49
O2+O3	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,90	1,50	0,00	1,50	1,00	4,35
D2	dveře balkónvé plast. s izol. dvojsklem	2,05	3,50	0,00	3,50	1,00	7,18
SCH	střecha	30,79	0,19	0,02	0,21	1,00	32,00
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**51,02**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie}$	**51,02**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**1785,59**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
30,79	2,75	84,67	0,50	42,34	2,00	4,50	0,03	1,00	22,86	42,34

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**14,39**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**503,80**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**2289,39**	**[W]**

Místnost 405, 431 - ložnice

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	13,29	0,21	0,02	0,23	1,00	2,99
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
SCH	střecha	22,33	0,19	0,02	0,21	1,00	23,54
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**29,81**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná k nevytápěnému schodišti	10,73	0,75	0,02	0,77	0,29	2,35
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$	**2,35**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$	**32,16**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**1125,52**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
22,33	2,75	61,41	0,50	30,70	1,00	4,50	0,02	1,00	11,05	30,70

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**10,44**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**365,37**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1490,89**	**[W]**

Místnost 406, 432 - chodba (nepřímo vytápěno)

výpočtová vnitřní teplota	θ_i [°C]	20
výpočtová venkovní teplota	θ_e [°C]	-15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SCH	střecha	10,43	0,19	0,02	0,21	1,00	11,64
						$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k =$	**11,64**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	2,38	0,75	0,02	0,77	0,29	0,52
D1	vstupní dveře do bytu	1,77	3,50	0,00	3,50	0,29	1,77
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$	**2,29**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	10,89	2,77			-0,11	-3,44
D3	dveře vnitřní - do koupelny	1,38	3,50			-0,11	-0,55
						$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij} =$	**-3,99**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	**9,94**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**347,82**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
10,43	2,75	28,68	0,50	14,34	0,00	4,50	0,03	1,00	7,74	14,34

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**4,88**	**[W/K]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**170,66**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**518,48**	**[W]**

POZNÁMKA: Tepelná ztráta bude rovnoměrně rozdělena mezi přilehlé vytápěné místnosti

Místnost 407, 416, 424, 433 - WC (nepřímo vytápěno)

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 20

výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SCH	střecha	1,33	0,19	0,02	0,21	1,00	2,54
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**2,54**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	4,77	0,75	0,02	0,77	0,29	1,05
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	3,34	2,77	0,02	2,79	0,29	2,66
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		**3,70**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	4,43	2,77			-0,11	-1,40
					$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =		**-1,40**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	**4,84**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**169,57**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]

Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
1,33	2,75	3,66	1,50	5,49	0,00	1,50	0,03	1,00	0,33	5,49

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**1,87**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**65,29**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**234,86**	**[W]**

POZNÁMKA: Tepelná ztráta bude rovnoměrně rozdělena mezi přilehlé vytápěné místnosti

Místnost 408, 434 - koupelna

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 24

výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]

ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SCH	střecha	3,33	0,19	0,02	0,21	1,00	4,54
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**4,54**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	1,32	2,77	0,02	2,79	0,29	1,05
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$	**1,05**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k chodbě	10,89	2,77			0,11	3,44
D3	dveře vnitřní - do chodby	1,38	3,50			0,11	0,55
SN2	stěna vnitřní nenosná - k WC	4,43	2,77			0,11	1,40
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke kuchyni	5,36	2,77			0,11	1,69
						$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij} =$	**7,08**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	**12,68**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**494,40**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky		Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
			n [h⁻¹]	$V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]						
3,33	2,75	9,16	1,50	13,74	0,00	1,50	0,03	1,00	0,82	13,74

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**4,67**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**182,14**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**676,54**	**[W]**

Místnost 410, 418 - kuchyň

výpočtová venkovní teplota	θ_i [°C]	20
výpočtová vnitřní teplota	θ_e [°C]	-15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	14,23	0,21	0,02	0,23	1,00	3,21
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
SCH	střecha	12,63	0,19	0,02	0,21	0,00	12,84
						$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k =$	**19,32**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	ΔU [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	Ak.Ukc.bu [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	7,78	0,75	0,02	0,77	0,29	1,70
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	3,34	2,77	0,02	2,79	0,29	2,66
						$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u =$	**4,36**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	7,23	2,77			-0,11	-2,28
						$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij} =$	**-2,28**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue}$	**21,40**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**748,86**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
12,63	2,75	34,73	1,50	52,10	1,00	4,50	0,02	1,00	6,25	52,10

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**17,71**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**619,98**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1368,84**	**[W]**

Místnost 411, 419 - pokoj

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	15,00	0,21	0,02	0,23	1,00	3,38
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
SCH	střecha	19,37	0,19	0,02	0,21	1,00	20,58
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k =$		**27,23**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} =$	**27,23**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**953,12**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
19,37	2,75	53,27	0,50	26,63	1,00	4,50	0,02	1,00	9,59	26,63

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**9,06**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**316,94**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1270,06**	**[W]**

Místnost 412, 420 - obývací pokoj

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20
výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	26,17	0,21	0,02	0,23	1,00	5,90
O2+O3	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,90	1,50	0,00	1,50	1,00	4,35
D2	dveře balkónvé plast. s izol. dvojsklem	2,05	3,50	0,00	3,50	1,00	7,18
SCH	střecha	22,56	0,19	0,02	0,21	1,00	23,77
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k =$		**17,42**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} =$	**17,42**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**609,76**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
22,56	2,75	62,04	0,50	31,02	2,00	4,50	0,03	1,00	16,75	31,02

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**10,55**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**369,14**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**978,89**	**[W]**

Místnost 414, 422 - ložnice

výpočtová venkovní teplota θ_i [°C] 20

výpočtová vnitřní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SO1	stěna obvodová se zateplením	9,10	0,21	0,02	0,23	1,00	2,05
O1	okno plastové s izolačním dvojsklem	2,18	1,50	0,00	1,50	1,00	3,27
SCH	střecha	15,98	0,19	0,02	0,21	1,00	17,19
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**22,51**

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie}$ =	**22,51**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**787,94**	**[W]**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky n [h⁻¹]	Hygienické požadavky $V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]	Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
15,98	2,75	43,95	0,50	21,97	1,00	4,50	0,02	1,00	7,91	21,97

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**7,47**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**261,47**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**1049,41**	**[W]**

Místnost 415, 423 - chodba (nepřímo vytápěno)

výpočtová vnitřní teplota θ_i [°C] 20

výpočtová venkovní teplota θ_e [°C] -15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SCH	střecha	10,88	0,19	0,02	0,21	1,00	12,09
					$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =		**12,09**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN1	stěna vnitřní nosná - k nevytápěnemu schodišti	2,38	0,75	0,02	0,77	0,29	0,52
D1	vstupní dveře do bytu	1,77	3,50	0,00	3,50	0,29	1,77
					$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =		**2,29**

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke koupelně	12,07	2,77			-0,11	-3,81
D3	dveře vnitřní - do koupelny	1,38	3,50			-0,11	-0,55
				$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =			-0,55

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	13,83	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	484,00	[W]

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky		Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
			n [h⁻¹]	$V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]						
10,88	2,75	29,92	0,50	14,96	0,00	4,50	0,03	1,00	8,08	14,96

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	5,09	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	178,02	[W]

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	662,02	[W]

POZNÁMKA: Tepelná ztráta bude rovnoměrně rozdělena mezi přilehlé vytápěné místnosti

Místnost 417, 425 - koupelna

výpočtová vnitřní teplota	θ_i [°C]	24
výpočtová venkovní teplota	θ_e [°C]	-15

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO EXTERIERU, $H_{T,ie}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	e_k	$A_k.U_{kc}.e_k$ [W/K]
SCH	střecha	3,89	0,19	0,02	0,21	1,00	5,10
				$H_{T,ie} = \Sigma A_k.U_{kc}.e_k$ =			5,10

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM DO NEVYTÁPĚNÉ ČÁSTI $H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]	Δ_U [Wm⁻²K⁻¹]	U_{kc} [Wm⁻²K⁻¹]	b_u	$A_k.U_{kc}.b_u$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k instalační šachtě	1,32	2,77	0,02	2,79	0,29	1,05
				$H_{T,iue} = \Sigma A_k.U_{kc}.b_u$ =			1,05

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM PROSTORY S ROZÍLNOU TEPLOTOU $H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_k.f_{ij}$ [W/K]							
ozn. kce	popis kce	A_k [m²]	U_k [Wm⁻²K⁻¹]			f_{ij}	$A_k.U_{kc}.f_{ij}$ [W/K]
SN2	stěna vnitřní nenosná - k chodbě	12,07	2,77			0,114	3,81
D3	dveře vnitřní - do chodby	1,38	3,50			0,114	0,55
SN2	stěna vnitřní nenosná - k WC	4,67	2,77			0,114	1,48
SN2	stěna vnitřní nenosná - ke kuchyni	7,23	2,77			0,114	2,28
				$H_{T,ij} = \Sigma A_k.U_{kc}.f_{ij}$ =			8,12

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY PROSTUPEM	$H_{T,i} = H_{T,ie} + H_{T,iue} + HT_{,ij}$	14,28	[W/K]
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA PROSTUPEM	$\varphi_{T,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	556,78	[W]

SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM - PŘIROZENÉ VĚTRÁNÍ $H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$ [W/K]										
Min. množství vzduchu					Množství vzduchu infiltrací					
Plocha A [m²]	Světlá výška h_i [m]	Objem místnosti V_i [m³]	Hygienické požadavky		Počet nechráně - ných otvorů	n_{50}	Činitel zaclonění e	Výškový korekční činitel ε	Množství vzduchu infiltrací $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]	max. z $V_{min,i}$, $V_{inf,i}$ [m³.h⁻¹]
			n [h⁻¹]	$V_{min,i}$ [m³.h⁻¹]						
3,89	2,75	10,70	1,50	16,05	0,00	1,50	0,03	1,00	0,96	16,05

CELKOVÝ SOUČINITEL TEPELNÉ ZTRÁTY VĚTRÁNÍM	$H_{V,i} = \Sigma V_i.\rho.c_p$	**5,46**	**[W/K]**
NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA VĚTRÁNÍM	$\varphi_{V,i} = H_{T,i} * (\theta_i - \theta_e)$	**212,77**	**[W]**

NÁVRHOVÁ TEPELNÁ ZTRÁTA	$\varphi_i = \varphi_{T,i} + \varphi_{V,i}$	**769,55**	**[W]**

10. PŘÍLOHA P2

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Výkresová dokumentace je vložená v zadní kapse této BP.

Obsah výkresové dokumentace:

Číslo výkresu	Název výkresu	Měřítko
D.1.4.01	Půdorys 1. S	1:100
D.1.4.02	Půdorys 1. NP	1:100
D.1.4.03	Půdorys 2. NP	1:100
D.1.4.04	Půdorys 3. NP	1:100
D.1.4.05	Půdorys 4. NP	1:100
D.1.4.06	Schéma zapojení otopných těles	1:100
D.1.4.07	Půdorys technické místnosti	1:25
D.1.4.08	Půdorys střechy	1:100
D.1.4.09	Schéma zapojení zdroje tepla	1:25